

SÉRIE , N°
N° D'ORDRE :

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

A. PÉZARD

AGRÉGÉ DES SCIENCES NATURELLES, PROFESSEUR A L'ÉCOLE COLBERT

1^{re} THÈSE. — LE CONDITIONNEMENT PHYSIOLOGIQUE DES CARACTÈRES
SEXUELS SECONDAIRES CHEZ LES OISEAUX.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

*Soutenues le 28 Juin 1918 devant la Commission
d'examen*

Président : MM. CAULLERY.
Examineurs } M. MOLLIARD.
LÉON BERTRAND

PARIS

Edition du Bulletin Biologique de la France et de la Belgique
3, Rue d'Ulm

1918

PRÉSENTÉES

POUR OBTENIR

PAR

AGRÉGÉ DES SCIENCES NATURELLES, PROFESSEUR A L'ÉCOLE COLBERT

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Président : MM. CAULLERY
Examineurs } M. MOLLIARD.
LÉON BERTRAND

1918

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen..... P. APPELL, *Profess.* Mécanique analytique et mécan. céleste.

Profess. honoraires. { Ch WOLF
P. PUISEUX.

Professeurs { LIPPMANN Physique.
BOUTY..... Physique.
BOUSSINESQ Phys.mathém. et calcul des probabilités.
PICARD Analyse supér. et algèbre supérieure.
Y. DELAGE Zoologie, anatomie, physiologie compar.
G. BONNIER Botanique.
KOENIGS..... Mécanique physique et expérimentale.
VÉLAIN..... Géographie physique.
GOURSAT..... Calcul différentiel et calcul intégral.
HALLER..... Chimie organique.
JOANNIS..... Chimie (Enseignement P. C. N.).
JANET..... Physique —
WALLERANT Minéralogie.
ANDOYER..... Astronomie.
PAINLEVÉ..... Mécanique rationnelle.
HAUG Géologie.
HOUSSAY..... Zoologie.
H. LE CHATELIER. Chimie.
G. BERTRAND..... Chimie biologique.
M^{me} P. CURIE..... Physique générale.
CAULLERY Zoologie (Évolution des êtres organisés)
C. CHABRIÉ..... Chimie appliquée.
G. URBAIN..... Chimie.
EMILE BOREL Théorie des fonctions.
MARCHIS Aviation.
JEAN PERRIN..... Chimie physique.
G. PRUVOT..... Zoologie, anatomie, physiol. comparée
MATRUCHOT..... Botanique.
ABRAHAM..... Physique.
CARTAN Calcul différentiel et calcul intégral.
Cl. GUICHARD..... Mathématiques générales.
MOLLIARD..... Physiologie végétale.
N..... Application de l'analyse à la géométrie.
N..... Histologie.
N..... Physiologie.

Professeurs-adjoints. { LEDUC..... Physique.
MICHEL Minéralogie.
HEROUARD..... Zoologie.
LÉON BERTRAND..... Zoologie.
RÉMY PERRIER.... Zoologie (Enseignement P. C. N.).
COTTON Physique.
LESPIEAU Chimie.
GENTIL..... Pétrographie.
SAGNAC..... Physique (Enseignement P. C. N.).
PEREZ..... Zoologie (Evolution des êtres organisés).

Secrétaire..... D. TOMBECK.

M. E. GLEY

PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE, MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Hommage
d'affectueuse reconnaissance

A . P.

Albert PÉZARD
Agrégré des sciences naturelles
Professeur à l'Ecole Colbert

LE CONDITIONNEMENT PHYSIOLOGIQUE
DES CARACTÈRES SEXUELS SECONDAIRES
CHEZ LES OISEAUX.

Du rôle endocrine des glandes génitales (1)

SOMMAIRE

INTRODUCTION.

- I. — LES CARACTÈRES SEXUELS SECONDAIRES dans les différents groupes.
- II. — LA CASTRATION PRÉPUBÉRALE. — Historique. La castration chez l'homme et dans les divers groupes zoologiques.
- III. — EXPÉRIENCES DE CASTRATION : 1^o coqs ordinaires ; 2^o coqs Orpington fauve.
- V. — DISCUSSION DES RÉSULTATS. — Evolution des caractères sexuels secondaires dans ses rapports avec la glande génitale. Influence de la castration.
- V. — LA CASTRATION CHEZ D'AUTRES ESPÈCES : faisan argenté, faisan doré, faisans ordinaires gynandromorphes. Conclusion.
- VI. — LA CASTRATION POSTPUBÉRALE. — Historique. Expériences personnelles. Résultats. Lois numériques. Equilibres physiologiques.
- VII. — TRANSPLANTATIONS ET INJECTIONS DE SUC TESTICULAIRE. — Historique. Expériences personnelles. Conclusion. Remarques histologiques.
- VIII. — LE VIRILISME EXPÉRIMENTAL. — Etude comparée du virilisme chez les animaux. Observations nouvelles. Expériences personnelles. Résultats. Conditions de l'inversion sexuelle.
- IX. — LES TRANSPLANTATIONS CROISÉES. — Les travaux de Steinach. Expériences personnelles incomplètes. Travaux de Goodale.
- X. — FOIE ET TESTICULE. — Interprétation de l'adiposité du chapon. Interrelation hépato-adipo-génitale. Le rapport du foie à la surface du corps chez le castrat.
- XI. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES. — Données nouvelles. Importance des harmozones dans le phénomène de croissance. Mécanisme de l'évolution.

(1) Travail du Laboratoire de Biologie générale et de la Station physiologique du Collège de France.

INTRODUCTION

Lorsqu'é, sous l'éminente direction de M. le Professeur GLEY, nous avons, en 1909, entrepris le présent travail, notre but était de rechercher le rôle physiologique de la glande interstitielle testiculaire.

A ce moment, l'opinion était unanime, chez les physiologistes, à considérer le testicule comme une glande à sécrétion interne, tenant sous sa dépendance *tous les caractères sexuels secondaires*. Après avoir pratiqué la castration chez les coqs jeunes, nous avons été surpris de constater que cette opération n'avait aucune influence sur l'apparition de plusieurs caractères considérés jusqu'alors comme sexuels. L'action du testicule avait donc été généralisée indûment ; une analyse minutieuse s'imposait.

Nous l'avons faite en suivant le plan méthodique que le Professeur GLEY a tracé pour toute recherche de ce genre dans son « Rapport sur les Relations entre les organes à sécrétions internes et les troubles de ces sécrétions ».

a) *Expériences d'ablation*, destinées à supprimer les caractères influencés.

b) *Expériences de contre-épreuve*, destinées à faire reparaitre les caractères absents.

1° *Transplantations de tissu testiculaire*.

2° *Injections de suc testiculaire*.

c) *Recherches histologiques* relatives aux éléments sécréteurs.

Les résultats obtenus ont confirmé le rôle endocrine du testicule, et ont permis de limiter très exactement ce rôle. Il est hors de doute que le testicule sécrète une substance à action morphogène ou *harmozone* (du grec $\alpha\rho\rho\acute{o}\zeta\omega$, je règle, je dirige) et que cette harmozone est nécessaire pour le maintien de certains caractères sexuels secondaires.

Pour comprendre l'ensemble des caractères externes du coq, nous avons été conduit à pratiquer l'ovariotomie chez la poule.

L'opération a produit des modifications qui ont fourni une vérification *a posteriori* des conclusions relatives aux mâles. Elle nous a conduit à une hypothèse relative à l'action empêchante de l'ovaire, hypothèse qui a été confirmée et généralisée depuis. La classification rationnelle des caractères sexuels secondaires contenait implicitement les *conditions de l'inversion sexuelle* : nous avons précisé ces conditions et nous avons entrepris des expériences de *transplantations croisées* qui sont demeurées inachevées en raison des circonstances (voyez ci-dessous). Enfin nous avons été amené à une explication rationnelle de l'adipogénie du castrat ; nous avons constaté, à ce sujet, une interrelation génito-adipo-hépatique.

Ce travail a dû être abandonné depuis 1914, à cause de notre mobilisation, et il est inachevé en partie. Un certain nombre de points restent en suspens et nous n'avons pas la prétention d'avoir épuisé le sujet ; en tout cas nous l'avons porté sur un terrain plus précis où l'expérimentation risque moins de s'égarer.

Nous adressons l'expression de notre vive reconnaissance à notre maître éminent, M. le Professeur GLEY, qui nous a accueilli à son laboratoire et a mis à notre disposition, pour nos élevages en séries, la Station physiologique du Collège de France au Parc des Princes. Il a suivi nos travaux avec une bienveillante attention et ne nous a jamais ménagé ni les directions ni les encouragements.

Nous exprimons notre gratitude à la Direction du *Bulletin Biologique* pour l'aide précieuse qu'elle nous a apportée en nous offrant sa Revue pour la publication de nos recherches, et à M. le Professeur PRENANT, qui a bien voulu nous guider dans la partie histologique de notre travail. MM. ANTHONY, assistant au Muséum et CHAMPY, professeur agrégé à la Faculté de Médecine, nous ont donné des indications intéressantes ; nous les en remercions, ainsi que MM. BULL et NOGUÈS, de l'Institut Marey qui nous ont facilité la partie microphotographique de notre sujet. Enfin, nous sommes reconnaissant à M. le baron Edmond de ROTHSCHILD, qui a mis à notre disposition pour nos recherches plusieurs séries de faisans provenant de ses volières ou de son parc d'Armainvilliers.

CHAPITRE PREMIER

LES CARACTÈRES SEXUELS SECONDAIRES

Caractères sexuels secondaires. — Définition. — Distinctions nécessaires. — Dimorphisme sexuel dans les divers groupes zoologiques. — Gynandromorphisme. — Caractères physiologiques. — Prédétermination ou conditionnement.

I. Définition. — Dans les espèces à sexes séparés, la différence fondamentale qui existe entre individus de sexe différent réside tout d'abord dans la nature de la glande reproductrice ; chez les uns elle élabore des spermatozoïdes, chez les autres elle élabore des ovules. La détermination du sexe auquel appartient un animal est donc, avant tout, une question d'ordre histologique, portant sur la glande génitale. Celle-ci constitue le *caractère sexuel primaire*.

Cette recherche est souvent inutile en raison des différences complémentaires qui séparent mâles et femelles d'une même espèce. Chacun sait distinguer facilement un taureau d'une vache, un étalon d'une jument, un coq d'une poule. A ces différences, HUNTER a donné le nom de *caractères sexuels secondaires*.

Elles peuvent présenter les degrés les plus divers d'une espèce à l'autre. Chez le rat, le lapin, elles sont tellement insignifiantes que l'examen des organes génitaux externes est nécessaire pour reconnaître le sexe d'un individu. Par contre, chez certains Insectes, les caractères sexuels secondaires sont si accentués que les mâles et les femelles paraissent appartenir à des espèces différentes : dans ce cas, on dit qu'il y a *dimorphisme sexuel*.

Distinctions nécessaires. — La distinction entre les caractères sexuels primaires et les caractères sexuels secondaires n'est pas toujours aisée à établir.

Parmi les caractères sexuels secondaires, il en est qui paraissent n'avoir aucun rapport avec la fonction reproductrice, par

exemple, la barbe chez l'homme, la crinière chez le lion, les cornes chez la plupart des mâles de ruminants : ce sont les *caractères sexuels secondaires proprement dits*. A côté, il en est qui sont intimement liés à la vie reproductrice, à tel point que celle-ci serait impossible sans eux : tels sont les organes copulateurs (pénis, vagin) et leurs dispositions annexes (glandes accessoires). Il semble qu'on doive, en raison de leur utilité, les rattacher aux caractères sexuels primaires. Toutefois, dans le développement embryonnaire, leur ébauche est complètement distincte de celle des glandes génitales et ils constituent des *caractères anatomiques bien autonomes*. Nous continuerons à les considérer comme des caractères secondaires.

Nous remarquerons également que le caractère sexuel secondaire peut être simplement *quantitatif* : c'est le cas lorsqu'il s'agit d'un organe commun aux deux sexes, mais inégalement développé; par exemple la crête chez les Gallinacés ; il est *qualitatif* lorsqu'il se rapporte à un organe qui est développé dans l'un des deux sexes exclusivement, par exemple les cornes des boucs et des béliers. Le plus souvent, les caractères qualitatifs appartiennent au mâle ; mais les femelles peuvent également être pourvues en dehors même du tractus génital : telle est, par exemple, la poche ventrale chez les marsupiaux.

11. Revue sommaire. — Il n'est pas dans notre intention de décrire toutes les différences sexuelles que présentent les diverses espèces animales : il faudrait passer en revue un nombre considérable de cas, et donner au côté purement descriptif un développement exagéré. Nous nous contenterons de retenir un certain nombre de cas particulièrement typiques où nous rappellerons seulement les caractères sexuels secondaires proprement dits.

1° Vertébrés. — a) *Mammifères.* — Chez l'homme, le caractère sexuel secondaire le plus apparent est la présence de la barbe et du revêtement pileux de la poitrine. A ces particularités bien connues s'ajoutent et la gravité de la voix et certaines dispositions squelettiques, comme l'étroitesse du bassin, la taille un peu plus élevée. Par contre, la femme est caractérisée par le grand développement des mamelles ainsi que par une tendance plus marquée vers l'adiposité.

D'une façon générale, l'aspect des organes génitaux externes, ainsi que le caractère relatif aux glandes mammaires établissent, chez les Mammifères, une séparation bien marquée entre les deux sexes. D'autres caractères contribuent, chez beaucoup d'espèces, à accentuer la différence.

Ils affectent principalement les téguments et les phanères. Chacun connaît la crinière du lion, les poils frisés du front du taureau, la barbe des boucs et de certains singes (*Myctes caraya*, *Pithecia satanas*). Chez les ruminants, les cornes sont le plus souvent l'apanage du mâle seul (cerf, chevreuil, etc.) ; quand elles existent dans les deux sexes, elles sont plus développées chez le mâle que chez la femelle (bouc, girafe).

Parfois, mâles et femelles diffèrent par leurs pigments épidermiques. Dans l'espèce mandril (*Cynocephalus mormon*), le mâle a un visage bleu piqué de rouge sur le nez, et des cuisses colorées dans la partie supérieure d'un rouge vif mélangé de bleu ; la femelle possède un visage noir et des cuisses colorées d'un rouge plus pâle.

Chez d'autres espèces, la différence porte sur la présence ou le grand développement de certaines dents : les défenses des sangliers, des phacochères, qui sont plus fortes chez les mâles, les canines supérieures que l'on rencontre exclusivement chez le chevrotain mâle nous fournissent des exemples caractéristiques.

b) *Oiseaux*. — Dans la classe des Oiseaux, le dimorphisme sexuel est très variable suivant les espèces. Si, dans certains cas, il n'est pas facile de distinguer la femelle du mâle, le plus souvent, la différence est particulièrement profonde. Le coq se distingue de la poule par une crête et des barbillons plus développés et plus rouges, par ses ergots, enfin par son plumage, par son chant et son ardeur belliqueuse. Le dindon mâle possède une tête ornée de caroncules sanglants plus rutilants et plus volumineux que chez la dinde. — La différence est plus frappante encore chez le paon et les faisans. Dans ces deux espèces, la femelle a un plumage terne, tandis que le mâle est paré des plus riches couleurs.

Certains caractères sexuels secondaires peuvent être transitoires : par exemple, les manifestations secondaires de l'instinct sexuel, comme le chant ; chez le rossignol mâle et beaucoup de passereaux, il n'existe qu'au moment de la reproduction. Il en

va de même, souvent, de l'humeur belliqueuse : à l'époque des amours, les combattants mâles se livrent de furieux combats ; certains hérons exécutent en face de leurs rivaux des parades prétentieuses ; les coqs de bruyère organisent d'étranges représentations : « l'animal redresse la queue, l'étale en éventail, « déploie ses ailes, hérisse toutes ses plumes. Il saute à droite et « à gauche, quelquefois en cercle, appuie son bec sur le sol avec « une telle force que les plumes du menton sont arrachées. « Pendant ces mouvements, il bat des ailes et tourne toujours, « sa vivacité augmentant avec son ardeur, et il finit par prendre « un aspect frénétique » (1). Le faisan doré, lui, sautille en étalant sa collerette magnifique, tandis que le paon étale orgueilleusement en roue les splendides plumes de sa queue.

Les caractères externes eux-mêmes peuvent présenter des variations temporaires ; ainsi, le combattant mâle acquiert, au moment de la reproduction, une collerette qui disparaît au bout de deux mois. — Un oiseau exotique étudié par LOISEL, *Foudi madagascariensis*, possède en temps ordinaire un plumage semblable à celui du moineau ; au moment des amours, ce plumage mue et prend une teinte vermillon caractéristique. — BUREAU signale que chez un palmipède arctique, *Fratercula arctica*, il apparaît, à l'époque d'activité sexuelle, de volumineuses formations cornées au niveau du bec et des paupières : elles régressent dès que cesse cette période.

c) *Reptiles et Batraciens*. — Les caractères sexuels secondaires sont relativement peu développés chez les Reptiles : on en observe par contre de bien caractéristiques chez les batraciens, notamment chez les grenouilles et les tritons.

Chez les tritons, il se forme, au moment de la reproduction, une crête dentelée, qui va de la tête à la queue : elle s'atrophie une fois la reproduction terminée.

Chez les grenouilles mâles, on constate au printemps une hypertrophie des muscles des membres antérieurs. Cela coïncide avec la période d'accouplement, durant laquelle l'animal enserre fortement la femelle avec ses bras. Sur une grenouille mâle non accouplée, on peut provoquer artificiellement le réflexe de l'em-

(1) Cité par GUYÉNOT. Les caractères sexuels secondaires. *Biologica*, II, n° 21, 15 septembre 1912.

brassement ; il suffit de frotter légèrement avec le doigt la base des pouces antérieurs : aussitôt les deux bras se rapprochent et entourent fortement le doigt. Ce réflexe ne se produit que chez le mâle. D'ailleurs on aperçoit, en bas des pouces antérieurs, une saillie dure et noirâtre dont le tégument est riche en glandes ; elle apparaît en automne, atteint son maximum en hiver et s'atrophie en été. On lui donne le nom de bourrelet, de durillon, de brosse copulatrice. Durant l'accouplement, le mâle frotte avec ces durillons le ventre de la femelle, et ce frottement semble être le point de départ de sensations génésiques.

d) *Poissons*. — Beaucoup de Poissons ne présentent pas de caractères sexuels secondaires : il est impossible de distinguer, extérieurement, le mâle de la femelle chez la plupart des espèces vendues sur le marché. Il y a cependant quelques exceptions :

Chez les truites et beaucoup d'autres salmonides, il se produit, au moment du frai, un épaissement calleux de la peau et, chez les vieux mâles, une courbure en crochet du maxillaire inférieur. De nombreux poissons blancs présentent, dans les mêmes conditions, une éruption cutanée se traduisant par des verrues cornées qui recouvrent la peau de la tête et du dos. Ailleurs, les mâles diffèrent des femelles, au moment de la reproduction, par une coloration plus vive et plus intense. Tandis que l'épinoche femelle a le dos brun et le ventre blanc, le mâle acquiert au moment de la reproduction des teintes plus vives et plus variées : gorge et ventre cramoisis, dos d'un gris cendré, yeux colorés en vert émeraude.

2° *Invertébrés*. — Le dimorphisme sexuel peut être observé dans certains groupes d'invertébrés. S'il n'est pas répandu parmi les Mollusques et chez les Vers, il est, par contre, fréquent dans l'embranchement des Arthropodes, principalement chez les *Insectes* et les *Crustacés*.

a) *Insectes*. — Dans la classe des Insectes, les différences portent principalement sur le développement respectif, ou la coloration des appendices. Chez le hanneton, les antennes offrent une légère différence d'un sexe à l'autre, celles du mâle possédant sept lamelles, celles de la femelle n'en ayant que six ; le mâle du dytique présente, aux pattes antérieures, des tarses élargis en forme de pelotes concaves, qui lui servent au moment de l'accouplement. Parfois, les mâles sont pourvus d'armes puis-

santes : témoin le lucane, ou cerf volant, dont les mandibules sont énormes, munies de petites pointes crénelées à l'extrémité ; un coléoptère de l'Amérique du Sud, *Dynastes hercules*, possède deux longues cornes horizontales s'attachant l'une sur la tête, l'autre sur le corselet : ces expansions ne sont développées que chez le mâle ; on trouve bien souvent, dans la sciure de bois, un gros coléoptère, *Oryctes nasicornis*, dont le mâle porte une corne sur le nez, la femelle en étant dépourvue.

La locomotion peut être différente d'un sexe à l'autre : le cas extrême est celui où le mâle étant ailé, la femelle est aptère : on l'observe chez le lampyre, où la femelle privée d'ailes présente le curieux phénomène de phosphorescence, chez certains papillons appartenant aux genres *Psyche*, *Orgyia*, *Solenobia*, etc.

Chez les papillons la différence peut tenir à la coloration, au dessin des ailes. L'espèce *Ornithopterus Cræsus*, des Iles du Levant, décrite par WALLACE est un magnifique papillon qui atteint 17 centimètres d'envergure : le mâle possède des ailes d'un noir velouté auquel viennent se mélanger des taches de couleur orange, tandis que la femelle a des ailes brunes agrémentées de taches d'un jaune clair. Dans le groupe des *Papilio*, *Papilio merope* mâle possède des ailes postérieures présentant le prolongement caractéristique du genre ; ce prolongement n'existe pas chez la femelle ; en outre, les ailes du mâle sont jaunes et bordées de noir, tandis que la femelle a des ailes brunes avec des taches bleues réparties suivant un dessin très différent.

Il n'est pas jusqu'au genre de vie qui ne puisse varier d'un sexe à l'autre. Le cas des taons, des moustiques est classique : les femelles seules sont avides du sang des mammifères et piquent les animaux ; les mâles ne mangent pas ou vivent du suc des fleurs.

b) *Crustacés*. — L'écrevisse mâle se distingue de la femelle par un abdomen plus étroit et par la présence de deux stylets copulateurs, creusés d'une gouttière pour l'écoulement du sperme ; ces stylets, qui n'existent pas chez la femelle, représentent la première paire de pattes abdominales.

Les mêmes différences existent chez beaucoup de crabes, où elles sont complétées par quelques particularités relatives aux pinces, aux segments et aux appendices abdominaux. Les pinces sont souvent plus fortes chez le mâle ; les segments de l'abdo-

men sont nettement séparés chez la femelle, tandis que plusieurs sont fusionnés chez le mâle ; enfin, tandis que le mâle ne possède, comme appendices abdominaux, qu'une paire de stylets copulateurs, la femelle présente de petites pattes sur tous les anneaux abdominaux.

Le dimorphisme sexuel atteint son intensité maximum chez certains Crustacés parasites appartenant aux groupes des Copépodes et des Isopodes. Bien souvent, la femelle vit en parasite soit sur d'autres crustacés, soit sur des poissons ; le mâle, très petit, très dégradé, s'établit sur la femelle où il reste à peu près immobile durant toute son existence : la différence est tellement profonde que le mâle et la femelle d'une même espèce ont pu être classés dans des genres différents avant que l'on connût leur évolution réelle.

III. Gynandromorphisme. — Nous citerons, pour terminer, les cas curieux que l'on a groupés sous le nom de *gynandromorphisme*. Il s'agit de la superposition, chez un même individu normalement unisexué, de *caractères sexuels secondaires* appartenant aux deux sexes. On l'observe rarement chez les Mammifères ; on l'a observé plus souvent chez les Oiseaux et les Insectes.

Tantôt les deux moitiés sont dissemblables. MAX WEBER a décrit, en 1890, un pinson (*Fringilla cœlebs*) dont le plumage était celui d'un mâle dans la partie droite et d'une femelle dans la partie gauche. Tantôt, la répartition des caractères est irrégulière : PEARL et CURTIS ont observé (1909) une poule dont la tête et le cou étaient masculinisés tandis que le reste du corps était normal.

Chez les Insectes, principalement chez les papillons, où les cas étudiés se chiffrent par centaines, on a observé de même des formes chez lesquelles le plan de symétrie du corps séparait l'animal en deux moitiés de sexualité extérieure différente ; mais le plus souvent la séparation est moins tranchée, ou mieux moins égale ; c'est une antenne, une aile, un œil qui présenteront les caractères de l'autre sexe. Peut-être ces curieux phénomènes sont-ils plus fréquents qu'on ne le pense : les groupes dans lesquels on les a observés sont ceux où les caractères sexuels secondaires sont les plus développés et les plus apparents ; en

outre, les Insectes ont le privilège d'être particulièrement bien étudiés, en raison de la chasse active dont ils sont l'objet de la part des collectionneurs. Pour toutes ces raisons, les anomalies ont moins de chances de rester inaperçues.

IV. Caractères physiologiques. — Nous nous sommes préoccupé jusqu'ici du côté purement morphologique de la question. Mais à cela ne se bornent pas les différences qui existent entre les deux sexes ; la sexualité retentit plus ou moins profondément sur la physiologie de l'individu comme sur les caractères psychiques. Il y a là un terrain sur lequel il convient de transporter la notion de caractères sexuels secondaires.

Sans entrer dans le vif de la question, nous signalerons cependant les études récentes de MAIGNON d'après lesquelles la proportion de *glycogène*, dans les muscles des mâles, est plus grande que chez les femelles. G. SMITH a étudié la teneur du sang en *graisses*, chez les crabes et il a montré qu'elle n'était pas la même dans les deux sexes. STECHE ⁽¹⁾ a même observé que le *sang* n'avait pas la même *couleur* chez les larves de sexes différents appartenant à certains tenthrèdes. Quant aux caractères *psychiques* qui consistent dans les instincts différents des mâles et des femelles, dans leurs aptitudes respectives, dans les sentiments affectifs propres à chaque catégorie, ils sont trop connus pour que nous ayons besoin d'insister : la simple évocation du bélier et de la brebis, du coq et de la poule, des abeilles reines et des faux bourdons suffit à fixer ce point de vue.

V. Prédétermination ou conditionnement. — Les causes déterminantes du sexe ont été depuis longtemps l'objet de recherches intéressantes desquelles il semble découler que le sexe d'un animal résulterait de certaines propriétés des gamètes dont il est issu. Sans insister sur le mécanisme même du phénomène, nous admettons donc que l'œuf une fois fécondé a désormais une *évolution sexuelle fatale* : il a reçu, du fait de la fusion du spermatozoïde avec l'ovule, une potentialité définitive, mâle ou femelle.

Les caractères sexuels secondaires sont-ils soumis à une détermination aussi lointaine ?

(¹) Cité d'après M. CAULLERY. *Les Problèmes de la sexualité* (Paris, 1913).

Il n'est pas absurde de supposer que le stimulus qui fait qu'un œuf est mâle ou femelle retentit également sur les déterminants des caractères sexuels secondaires; eux aussi, dépendraient de la fécondation. Dans ce cas, ils auraient une évolution parallèle à celle de la glande génitale, mais complètement indépendante.

Nous pouvons envisager une autre hypothèse : les caractères sexuels secondaires ne seraient nullement déterminés par la stimulation qui dirige la destinée sexuelle de l'œuf; c'est après coup seulement, *sous l'influence de causes différentes* qu'ils seraient amenés à se développer.

Dans ce cas, il n'y aurait point isochronisme, mais hétérochronisme entre l'apparition de la sexualité et celle des caractères en question. Mieux encore, il est possible que la glande sexuelle elle-même soit justement la cause déterminante des caractères sexuels secondaires; dans ce cas l'hétérochronisme serait la conséquence d'un rapport de cause à effet. *S'il en est ainsi, toute extirpation des glandes génitales, chez un animal jeune, ne peut manquer de troubler profondément le dimorphisme sexuel : nous sommes ainsi conduit aux expériences de castration.*

CHAPITRE II

LA CASTRATION PRÉPUBÉRALE

Historique. — La castration chez l'homme. — Eunuques et Skoptzys. — Animaux domestiques. — Castration dans différents groupes zoologiques. — Cas des Insectes. — Conclusion.

Le rapport qui existe entre les glandes sexuelles mâles et les caractères sexuels secondaires a été signalé de tout temps et les modifications produites par la castration l'ont solidement confirmé. D'une façon générale, il est admis que les caractères sexuels secondaires n'ont leur plein épanouissement qu'après développement complet du testicule; d'autre part, l'ablation précoce de la glande génitale mâle arrête le développement de ces caractères et produit une modification plus ou moins profonde de l'aspect extérieur.

I. Historique. — ARISTOTE mentionne déjà que la puberté se produit chez l'homme au moment où les glandes génitales sont pleinement développées et commencent à fonctionner; il ajoute que, si certains hommes sont destinés à demeurer impubères (et inféconds), c'est par quelque infirmité de l'appareil génital. Il signale également que maints animaux changent de forme et de naturel, non seulement par l'effet de l'âge et des saisons, mais encore quand on les castré.

1° *La castration chez l'homme.* — La castration a été pratiquée chez l'homme depuis les temps les plus reculés, en Orient principalement, en vue d'obtenir des *eunuques*; certaines peuplades guerrières l'infligeaient au vaincu pour le marquer définitivement du sceau de l'infériorité. En Russie, il existe une secte religieuse où la castration est pratiquée volontairement, après la naissance du premier enfant mâle : il s'agit des *Skoptzys*; ils complètent parfois l'opération par l'ablation des organes génitaux externes. Traqués par la police russe, beaucoup d'entre eux émigrent en Roumanie où ils exercent, à Bucarest principalement, la profession de cochers.

Parfois, les glandes génitales peuvent s'atrophier naturellement, du fait de malformations congénitales, ou encore à la suite de maladies infectieuses telles que les oreillons. On conçoit dès lors que les castrats humains aient pu donner lieu à des études complètes.

« Les eunuques, dit BORDEU, perdant la vertu d'engendrer, « perdent aussi cette odeur particulière aux mâles; leurs forces « diminuent; leur poulx perd de son ressort; leur âme diminue « d'activité; cependant, ils grandissent comme les autres, et « même plus, à proportion. Ils deviennent plus gras; leurs « chairs sont plus mollettes; ils sont moins constipés; ils ont la « vue moins perçante ».

BICHAT note le rapport qui existe entre le testicule et la barbe ou la voix. « Le testicule, dans l'état de santé, exerce une influence remarquable sur l'organe de la voix. On sait qu'elle devient plus grave à l'instant où il commence à entrer en action, qu'elle change quand on l'enlève, dans la castration; ce phénomène est constant et invariable ».

Différents auteurs, DUPUYTREN, J. HUNTER, W. GRÜBER ont recherché le mécanisme de cette action sur la voix : chez le

castrat, il se produit un arrêt de développement du larynx ; cet organe serait d'un tiers moins grand que chez l'homme normal.

Plus récemment, Eunuques et Skoptzys ont fait l'objet d'études très complètes dues à TANDLER et GROSZ, PITTARD, Dr RICHARD MILLAND, etc. En voici le résumé. La plupart des castrats présentent une tendance à l'adiposité, mais le fait n'est pas absolument général et il y a parfois des eunuques maigres. La peau est pâle, peu pigmentée ; la face est un peu bouffie. Il y a quelques modifications du squelette : crâne petit, épaules grêles, bassin étroit. La taille est plus élevée que la moyenne : cela tient, non pas à l'allongement du buste, mais à un grand allongement des membres inférieurs. La chevelure est abondante, mais le reste du système pileux est peu développé et le visage est glabre. Le tractus génital (pénis, prostate, glandes annexes) subit un arrêt de développement et reste à l'état infantile, tandis que les instincts sexuels sont partiellement ou totalement abolis ; d'une façon générale l'intelligence reste inférieure à la moyenne, bien que les eunuques aient fourni, dans l'antiquité, quelques généraux de talent.

L'acromégalie consécutive à la castration a été étudiée par différents auteurs. Sur le squelette d'un eunuque, rapporté d'Egypte par LORTET, PIRSCHÉ (1902) a constaté que l'allongement des extrémités est due à la persistance des cartilages de conjugaison ; chez l'eunuque, ils continuent à fonctionner alors qu'ils sont ossifiés depuis longtemps déjà chez l'homme normal.

Les modifications consécutives à la castration sont d'autant plus profondes que l'ablation des glandes génitales est plus précoce. De plus on les retrouve, à des degrés divers, dans le cas où le testicule subit une atrophie de cause pathologique. LAUNOIS et ROY (1903) signalent la persistance tardive des cartilages de conjugaison chez un jeune homme de 27 ans, atteint d'insuffisance testiculaire.

2° *Animaux domestiques*. — Chez les animaux domestiques, la castration est une opération courante qui a pour but de les modifier, soit en vue de les rendre plus maniables (cheval, bœuf), plus aptes à l'engraissement (bœuf, lapin), ou d'améliorer leur chair (porc).

Il est de connaissance banale que le bœuf diffère du taureau par de nombreux caractères : il devient plus gros et plus gras,

ses cornes, plus longues, plus recourbées, ressemblent à celles de la vache. L'encolure est plus haute que chez le taureau, et l'arrière-train plus large. La ligne du dos, descendante chez le taureau, devient horizontale chez le bœuf. L'augmentation de taille est due, comme chez l'homme, à la persistance des cartilages de conjugaison. SELLHEIM a établi qu'au bout de 3 ans 9 mois un taureau a achevé sa croissance ; à ce moment les fémurs du bœuf présentent encore des cartilages de conjugaison dont l'épaisseur est de 2 millimètres. Du côté des instincts, le changement est profond : l'allure calme, tranquille, presque indolente du bœuf s'oppose nettement au caractère violent et irascible du taureau ; cela coïncide avec l'abolition complète de tout penchant sexuel chez le bœuf.

On observe des différences comparables entre le cheval hongre et l'étalon ; il s'y ajoute des modifications du pelage : la queue et la crinière sont moins longues chez le castrat. Dans l'espèce ovine, CORNEVIN a montré que la laine est, par contre, plus fine et plus abondante chez le mouton castré.

L'étude du chat castré a été faite par RETTERER et LELIÈVRE ; ils ont constaté que l'ablation du testicule entraînait l'atrophie de la prostate et empêchait le développement des odontoïdes cornés qui recouvrent le gland du chat.

3° *Cas du Cerf*. — Des expériences intéressantes ont été faites par RÖRIG sur le cerf, dont le bois ou andouiller tombe chaque année. Si la castration est pratiquée quand l'animal est jeune, les bois ne poussent pas. Si elle est pratiquée au moment où les bois commencent à pousser, ils cessent de s'allonger et restent petits. La castration peut être faite au moment où les bois ont atteint leur dimension normale ; ils tombent bientôt, et se reforment, mais, au lieu de reprendre leur aspect normal, ils poussent irrégulièrement, formant une touffe de brins courts (bois en perruque).

BUFFON a signalé, d'autre part, que « le cerf castré n'éprouve « plus les ardeurs du rut ; les signes qui l'accompagnent disparaissent aussi : il n'y a plus de venaison (graisse dont le cerf « se charge en été), plus d'enflure au col ou à la gorge, et il « devient d'un naturel plus doux et plus tranquille ».

4° *Oiseaux*. — Chez les Oiseaux, la castration a été appliquée principalement à la volaille, en vue d'obtenir des sujets plus

aptes à l'engraissement. Avant l'introduction de races à croissance rapide, le *chaponnage* constituait en France une pratique courante, dans laquelle les éleveurs acquéraient assez vite l'habileté opératoire nécessaire. Les sujets opérés ou chapons sont différents des coqs normaux, mais leur description a donné lieu bien souvent à des relations contradictoires. Ainsi, la crête est plus petite ; mais les éleveurs ont l'habitude de couper la crête aux chapons afin de les distinguer plus facilement des autres coqs ; on leur coupait également les ergots. On admet d'une façon générale que le chapon peut chanter, mais son chant serait enrôlé, semblable à celui des coquelets en métamorphose sexuelle. Le chapon est d'un caractère doux, à l'encontre de ce qu'on observe chez les coqs qui sont, entre eux, irascibles, violents, batailleurs. Les instincts sexuels sont absents ; les chapons ne recherchent pas les femelles ; ils ont enfin une prédisposition à conduire les groupes de poussins.

5° *Batraciens*. — La castration de la Grenouille et du Triton a conduit à des résultats intéressants. Chez la grenouille, différents auteurs, NUSSBAUM, STEINACH, MEISENHEIMER, BUSQUET, ont observé que, chez l'animal castré, le coussinet du pouce antérieur ne se développe pas ; l'hypertrophie périodique des muscles antérieurs ne se produit pas ; le réflexe de l'embrassement est impossible à provoquer. La castration du *Triton cristatus* supprime également les caractères sexuels secondaires, comme l'a montré BRESKA : la crête dorsale ne se développe pas, ni la marbrure dorsale de la tête qui caractérisent le mâle au moment de la reproduction.

6° *Crustacés*. — La castration n'a pas été pratiquée systématiquement chez les Crustacés, mais un phénomène biologique du plus haut intérêt a permis néanmoins à GIARD d'en observer les résultats chez les Crabes : il s'agit de la *castration parasitaire*, c'est-à-dire de l'atrophie des glandes génitales, sous l'influence d'un parasite, du groupe des Cirripèdes, la Sacculine. Ce curieux parasite se présente sous la forme d'un sac coincé sous l'abdomen du crabe ; il émet dans l'intérieur de son hôte une foule de filaments rhizoïdes qui se ramifient abondamment dans toutes les parties, même jusqu'à l'extrémité des pattes et assurent la nutrition de la sacculine aux dépens du Crabe. Si c'est un crabe mâle, ses glandes génitales sont peu à peu détruites et son abdomen

prend l'aspect femelle : les anneaux s'élargissent comme chez la femelle et ceux de la partie médiane se séparent plus ou moins.

G. SMITH a fait des observations du même genre chez les crabes du genre *Inachus* qui peuvent être également parasités par les Sacculines ; l'inversion sexuelle est encore plus complète ; non seulement l'abdomen change de forme, mais il acquiert même les petites pattes, propres aux femelles : en outre les pinces restent grêles comme chez la femelle. Enfin, ayant établi préalablement qu'il existe une différence dans la teneur en graisses du sang, d'un sexe à l'autre, G. SMITH observe que la castration parasitaire du mâle ramène la teneur en graisses du sang à la même valeur que chez les femelles normales.

7° *Insectes*. — La castration chez les insectes revêt un aspect spécial du fait de la métamorphose. Si l'on veut la pratiquer à temps, de façon à agir sur les caractères sexuels secondaires, il est nécessaire de la faire porter, non sur l'insecte parfait, dont les caractères sexuels sont, tout de suite, pleinement épanouis, mais sur la larve ; aussi les expérimentateurs ont-ils, de préférence, fait l'ablation des glandes génitales chez les chenilles.

OUDEMANS a castré des chenilles mâles de *Lymantria dispar* ; il n'a constaté aucune modification dans les caractères sexuels secondaires. KELLOG a opéré les chenilles de *Bombyx mori* sans réussir à troubler l'évolution sexuelle de l'insecte parfait.

MEISENHEIMER reprend les expériences d'OUDEMANS : il fait porter ses expériences sur 600 chenilles de *Lymantria dispar*, qu'il castré entre la 2^e et la 3^e mue : même résultat négatif.

Signalons enfin que des expériences semblables ont été faites par REGEN sur *Gryllus campestris*, dont la larve est castrée ; les grillons qui en résultent ont tous leurs caractères mâles.

II. Conclusions. — De l'ensemble de ces travaux se dégagent des idées contradictoires. Si l'on retient les faits relatifs aux Mammifères et aux Batraciens, l'on doit admettre que la castration prépubérale des mâles retentit sur l'évolution des caractères sexuels secondaires ; elle arrête plus ou moins cette évolution et tend à diminuer l'écart qui sépare le mâle de la femelle. Comme ces faits sont nombreux et sont les plus classiques, on en a conclu que *le testicule conditionne les caractères sexuels secondaires*.

Une telle généralisation est illégitime, si l'on envisage les résultats négatifs de la castration chez les Insectes : ici, on ne peut conclure à un tel conditionnement, puisque *les caractères sexuels secondaires y sont complètement indépendants du testicule*.

Si l'on retient enfin le cas des Oiseaux gallinacés, on y découvre une confusion déconcertante. D'après SELLEIM, le plumage des coqs castrés aurait une teinte plus vive et des plumes plus développées que celui des mâles normaux : il y aurait donc exagération des caractères sexuels secondaires par la castration ; d'autre part FOGES, qui admet aussi cette action sur le plumage, fournit dans son mémoire une mensuration d'ergot et en conclut que la croissance de cet appendice est diminuée chez le castrat : dans ce cas, la castration aurait une influence retardatrice. Nous nous trouvons en présence d'effets de sens très différents : exagération de certains caractères (plumage), atténuation ou suppression totale de certains autres (éperons, instincts).

Dans le but d'éclaircir ces divers points, nous avons entrepris plusieurs séries d'expériences sur les coqs.

CHAPITRE III

LA CASTRATION PRÉPUBÉRALE CHEZ GALLUS DOMESTICUS

Description des caractères sexuels secondaires chez le coq domestique. — Leur évolution. — La castration : mode opératoire. — Figuration des résultats. — Croissance isogonique et croissance hétérogonique. — Graphiques relatifs à la première série : 3 témoins, 3 castrats. — Deuxième série d'expériences : 1 témoin, 3 castrats.

Le coq domestique (*Gallus domesticus*) fournit un matériel de choix pour les recherches relatives aux caractères sexuels secondaires, en raison de la grande variété des caractères qui le distinguent de la femelle. Phanères, organes érectiles, instincts sexuels, chant, contribuent à donner au coq une physionomie particulière.

I. Caractères sexuels secondaires des coqs. — 1^o *Description.* — Lorsqu'on examine les sujets adultes d'une basse-cour, on observe tout de suite une différence frappante entre les coqs et les poules. Les coqs sont habituellement plus gros et plus élancés que les poules. Ils se tiennent plus verticalement. Sur leur tête se dresse une crête d'un rouge sanglant (fig. 1), prolongée par de petits *crétillons*, et recouverte de papilles arrondies d'où le sang s'écoule à la moindre égratignure. Sous la gorge

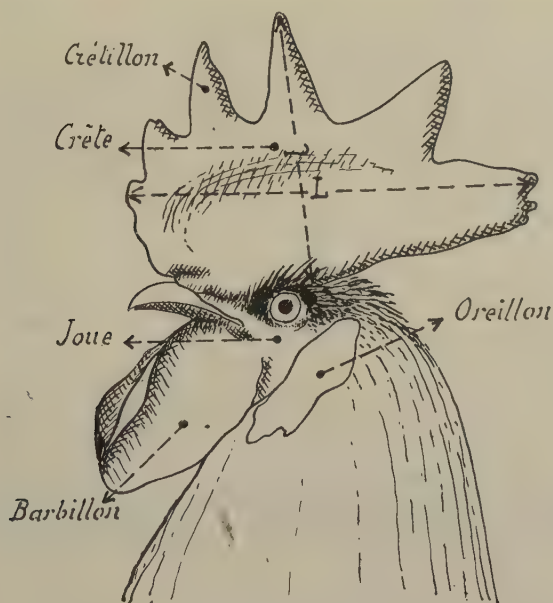


Fig. 4. — Tête de coq adulte. Crête, barbillons, oreillons, joues.

pendent deux *barbillons* incurvés également injectés de sang ; autour des yeux la peau est à nu, formant deux *joues* assez étendues en arrière desquelles se trouve une sorte de caroncule boursoufflé et plissé, nommé *oreillon*. Chez la poule, les mêmes organes existent, mais ils sont petits : la crête, mince, retombe parfois sur le côté ; les barbillons sont peu développés et les oreillons, lisses ; au lieu d'être injectés de sang, ces organes sont le plus souvent pâles et farineux : cet aspect spécial tient à un phénomène de desquamation épithéliale facile à observer.

Du côté du plumage, les différences ne sont pas moins frap-

pantes (fig. 2 et 3) : le coq présente autour du cou (sauf en avant) une garniture de plumes effilées et souples, qui retombent vers le bas et forment *le camail* ; on retrouve les mêmes plumes dans la région lombaire (*lancettes*) : les plumes de la queue sont encore plus caractéristiques : au-dessus des plumes droites et rigides de la queue, semblables à celles de la poule, s'élèvent deux grandes plumes, beaucoup plus longues que les autres, insérées sur la partie terminale du croupion, retombant en arrière

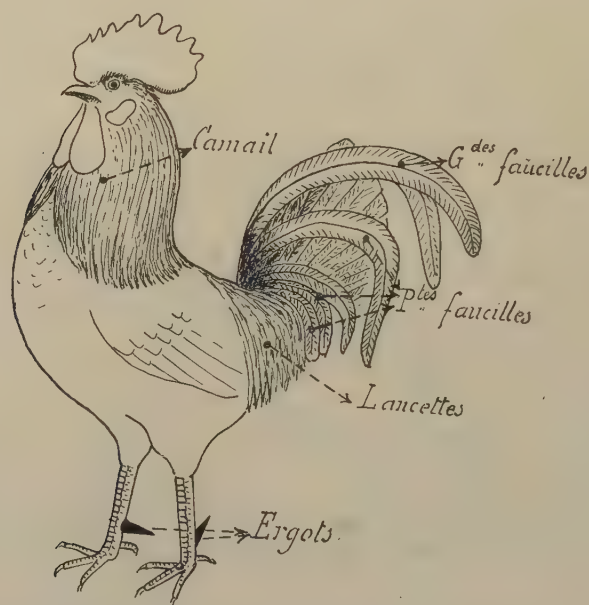


Fig. 2. — Aspect extérieur du coq. Plumage (camail, lancettes, faucilles) ; ergots.

suivant une courbe élégante : ce sont les *grandes faucilles* ; latéralement poussent des plumes plus petites, également recourbées, qui recouvrent la base des plumes droites et forment transition entre les grandes faucilles et les lancettes : on leur donne le nom de *petites faucilles*.

Dans certaines races, on peut noter des différences de pigment ; elles ne prennent leur valeur qu'à la puberté : par exemple, dans la race Faverolles, le mâle a un plumage blanc mélangé de noir bleuté, tandis que la femelle est de couleur saumon. Les coqs de

race Dorking ont un superbe plumage où le rouge, l'or se mêlent au vert métallique le plus brillant ; la femelle a une livrée plus terne, de couleur gris fauve.

Les pattes des coqs portent chacune une tige osseuse, tournée vers le plan médian du corps, nommée *ergot* ou *éperon* ; elle est plus ou moins pointue à l'extrémité, plus ou moins recourbée : c'est une arme dont les mâles se servent dans leurs luttes.

Le coq est essentiellement *batailleur*. Quand plusieurs mâles



Fig. 3. — Poule adulte : crête et barbillons peu développés ; ni camail, ni lancettes, ni faucilles.

occupent le même parquet, ils se livrent de sanglants combats, toujours de la même façon. Les deux rivaux foncent l'un vers l'autre, s'arrêtent face à face, se défient, les yeux dans les yeux, la tête rasant le sol, le camail hérissé ; puis ils se lancent l'un contre l'autre, cherchant à se déchirer à grands coups de bec et d'ergots ; après quelques secondes de lutte, ils reprennent du champ, se figent à nouveau dans l'attitude du défi ; bientôt ils recommencent l'assaut : la scène continue jusqu'à ce que l'un

tombe épuisé ou s'enfuit. L'autre pousse alors un coquerico vainqueur.

L'acte sexuel du coq est précédé d'une cour rapide : l'animal se présente face à la femelle en baissant la tête et en déployant vers le sol une des ailes, après quoi, il tourne autour de la poule et la coche.

2° Evolution normale. — Ces caractères sexuels secondaires n'apparaissent pas dès la sortie de l'œuf, et, quand les poulets sont très jeunes, il est impossible, d'après l'aspect extérieur, de distinguer les mâles des femelles. Un mois après la naissance, les différences commencent à poindre : les plumes de la queue sont plus longues chez la poulette, et la crête est un peu plus grande chez le poussin mâle. Le cri est le même, un cri monosyllabique, plus ou moins aigu.

Vers la fin du deuxième mois, ces différences s'accroissent : c'est alors que commence à évoluer le plumage du coq. Il débute par l'apparition du camail, bientôt suivi des lancettes ; les faucilles s'épanouissent un peu plus tard.

Vers le troisième mois, dans les conditions normales, l'instinct sexuel se manifeste et en même temps le chant si caractéristique du coq. Durant une période de transition, il semble que l'animal essaie, sans y parvenir complètement, de pousser son coquerico ; son cri enroué, saccadé, se termine d'une façon brève ; peu à peu la voix s'épure, prend son timbre normal, son rythme vrai et en quelques jours la transformation est achevée. C'est à ce moment que les ergots soulèvent la peau et pointent au dehors en s'allongeant peu à peu, tandis que la crête grandit rapidement, devient turgescence, prend sa couleur caractéristique et définitive. En résumé, c'est vers le troisième mois que se produit chez le coq la métamorphose sexuelle, la crise de puberté. Ajoutons que, dans quelques races à croissance lente, cette crise se produit à un âge plus avancé ; de même si les animaux appartiennent à des couvées écloses tardivement. Ainsi, dans nos expériences, des coquelets de race Orpington fauve, nés en août, n'ont pris leurs caractères définitifs qu'au mois d'avril suivant, c'est-à-dire à l'âge de huit mois.

II. Castration. — *1° Moment.* — A quel moment pratiquer la castration ? Sans doute le plus tôt possible, en tout cas avant

l'apparition des caractères sexuels. Dans nos expériences, nous avons opéré sur des poulets de deux à trois mois, (fig. 4) à la poussée du camail. Le testicule était le plus souvent gros comme un petit haricot (fig. 5) : à l'examen histologique, nous lui trou-



Fig. 4. — Jeunes poulets mâles de deux mois et demi : caractères mâles non développés.

vons tantôt une structure embryonnaire ²/_m (grandes et petites cellules, tissu interstitiel intertubulaire), tantôt une structure plus évoluée, la préspermatogenèse ayant commencé.

2° *Mode opératoire.* — L'opération est faite d'après le procédé américain,



Fig. 5. — Testicule de coquelet de trois mois (grandeur moyenne).

qui nous a été indiqué obligeamment par M. le Professeur CADOT, de l'Ecole vétérinaire d'Alfort.

L'animal, préalablement *anesthésié* à l'éther, est couché latéralement et ligaturé sur la table d'opération. On le dépouille de ses plumes dans la partie latéro-postérieure. Une *incision* de 3 centimètres environ est pratiquée à l'aide du bistouri suivant le dernier espace intercostal, ce qui permet l'accès dans la cavité abdominale. Les lèvres de la fente étant séparées à l'aide d'écarteurs, on coupe délicatement les deux plans du sac aérien abdominal et l'on aperçoit le testicule appendu à la région dorso-lombaire. On l'insère dans une pince à mors fenêtré dans laquelle il doit être à peu près circonscrit, on le tord, puis on tire sans toute fois forcer. Il se détache sans hémorragie.

On suture l'incision et on retourne l'animal pour opérer de la même façon de l'autre côté.

Le coq ainsi opéré reprend tout de suite sa vie normale ; il est bon, cependant, de lui enlever toute possibilité de se percher pendant trois ou quatre jours.

III. Mensurations. — Les animaux ainsi traités étaient pesés à intervalles réguliers et soumis à des *mensurations* périodiques : longueur de la crête (prise de l'origine à l'extrémité postérieure), (fig. 1) hauteur des barbillons, longueur des ergots ; ils étaient *photographiés* lorsque leur plumage présentait des particularités susceptibles d'être rendues par l'image ; enfin tous les phénomènes intéressants étaient notés relativement à l'apparition et à la modalité du chant, à l'instinct sexuel et, d'une façon plus générale, aux mœurs des sujets en expérience.

À l'autopsie nous vérifions l'intégrité de la castration ; nous notons, en vue de recherches ultérieures, le poids du foie et l'adiposité, celle-ci étant appréciée d'après la quantité de graisse localisée sur le pourtour de l'abdomen.

Les chiffres obtenus ont été réunis en tableaux et ont servi à faire des graphiques synthétiques. Nous y avons rassemblé les données principales, c'est-à-dire : racine cubique du poids, longueur des ergots, de la crête, date de l'apparition de l'instinct sexuel, etc. Nous avons considéré comme inutile de tracer la courbe de croissance des barbillons, cette courbe étant comparable à celle de la crête.

Croissance isogonique et hétérogonique. — La comparaison de la *longueur de la crête* à la *racine cubique du poids* et non au poids lui-même s'impose : si la crête suivait exactement la même loi de développement que les autres parties du corps, sa longueur évoluerait proportionnellement à la longueur du corps, laquelle est elle-même proportionnelle à la racine cubique du poids. Dans la représentation graphique, nous constaterions que le rapport est constant entre l'ordonnée de la courbe de $\sqrt[3]{P}$ à un moment donné et l'ordonnée de la courbe de la crête au même moment. Il n'y aurait pas lieu, dans ce cas, de parler de croissance spéciale ou de conditionnement ; la crête serait régie par les conditions générales qui président au développement de l'organisme.

Si au contraire, on remarque, à partir d'un point donné, une

N° 1. Témoin. Race mélangée. Né le 30 avril 1910

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\sqrt[3]{P}$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
27 juillet . .	1.037	102	55.34	30.40	rougeâtre	—	0	0	0	0	0
3 octobre . .	1.345	110,5	55.31	30.40	id.	—	—	—	2	»	»
23 novembre	1.627	117	82.45	42.55	sanglant	»	»	»	2	»	»
22 décembre	2.083	128	110.60	60.60	»	»	»	»	4	»	»
13 février . .	2.190	130	108.64	70.55	»	»	»	»	10	»	»
11 avril . . .	2.274	131,5	106.58	70.45	»	»	»	»	13	»	»
13 juillet . .	2.590	137	113.57	74.42	»	»	»	»	21	»	»
18 octobre . .	2.610	137,5	115.64	68.54	»	»	»	»	29	»	»

Autopsié le 18 octobre 1911.
 Testicules : 12 gr. 5.
 Foie : 36 gr.
 Graisse développée ; masse adipeuse péritonéale : 60 gr.

N° 2. Témoin. Race mélangée. Né le 30 avril 1910

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\sqrt[3]{P}$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
1 ^{er} septemb.	1.017	101	65.38	30.35	rougeâtre	—	—	—	0	0	0
3 octobre . .	1.519	115	65.40	30.40	sanglants	—	—	—	5	»	»
23 novembre	2.017	126	92.60	45.52	»	»	»	»	8	»	»
22 décembre	2.110	128	110.60	46.60	»	»	»	»	10	»	»
13 février . .	2.070	127	105.70	45.70	»	»	»	»	16	»	»
11 avril . . .	2.154	129	105.66	35.64	»	»	»	»	19	»	»
13 juillet . .	2.138	129	105.64	35.64	»	»	»	»	33	»	»
20 octobre . .	2.395	133	97.66	25.52	»	»	»	»	37	»	»

Autopsié le 31 octobre 1911.
 Testicules : 9 gr.
 Foie : 33 gr.
 Graisse peu développée ; masse adipeuse péritonéale : 42 gr.

N° 3. Témoin. Coq Leghorn de race petite. Né le 30 avril 1910

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\frac{3}{\sqrt{p}}$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
27 juillet . .	735	90	50,28	28,20	rougeâtres	—	0	0	0	0	0
3 octobre . .	874	95,5	40,18	25,20	»	—	—	—	0	»	»
23 novembre	969	99	55,35	35,30	sanglants	—	—	—	1	»	»
22 décembre	1.135	104	60,40	35,35	»	»	»	»	4	»	»
13 février . .	1.360	111	70,38	40,42	»	»	»	»	7	»	»
11 avril . . .	1.504	114	75,45	51,50	»	»	»	»	10	»	»
13 juillet . .	1.649	118	90,56	59,58	»	»	»	»	17	»	»
20 octobre . .	1.798	121,7	81,48	41,60	»	»	»	»	21	»	»

Autopsié le 20 octobre 1911.
 Testicules : 14 gr. 5.
 Foie : 32 gr.
 Graisse peu développée ; masse adipeuse péritonéale : 32 gr.

N° 4. Castrat. Race mélangée à dominante Leghorn.
Né le 30 avril 1910. Castré le 29 juillet 1910

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\frac{3}{\sqrt{p}}$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Activité sexuelle
29 juillet . .	910	96	60,30	26,26	farineux	—	0	0	0	0	0
3 octobre . .	1.345	110	53,25	25,20	»	—	—	—	3	»	»
23 novembre	1.604	116	53,27	25,18	»	»	—	—	5	»	»
22 décembre	1.696	119	55,25	25,20	»	»	»	»	7	»	»
13 février . .	1.884	123	52,25	25,20	»	»	»	»	9	»	»
11 avril . . .	1.944	124	50,25	25,25	»	»	»	»	13	»	»
15 mai . . .	1.998	126	52,26	28,20	»	»	»	»	15	»	»
11 juillet . .	2.129	128	50,26	32,25	»	»	»	»	20	»	»
23 octobre . .	2.539	136	56,27	24,20	»	»	»	»	27	»	»

Autopsié le 23 octobre 1911.
 Testicules absents.
 Foie : 32 gr.
 Graisse abondamment développée ; masse adipeuse péritonéale : 220 gr.

N° 5. Castrat. Race mélangée à dominante Leghorn blanc.
Né le 30 avril 1910. Castré le 1^{er} septembre 1910.

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\frac{3}{\sqrt{P}}$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
1 ^{er} septemb.	925	97	40.15	24.20	farineux	0	—	0	0	0	0
3 octobre .	1.046	102	40.20	25.17	»	—	—	—	2	»	»
23 novembre	1.294	108	40.20	25.17	»	—	»	—	2	»	»
9 décembre	1.215	106	40.20	25.17	»	»	»	»	5	»	»
22 décembre	1.127	104	40.20	25.17	»	»	»	»	6	»	»

Meurt accidentellement le 22 décembre 1910.
 Testicules absents.

N° 6. Castrat. Race mélangée. Né le 30 avril 1910.
Castré le 30 juillet 1910

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\frac{3}{\sqrt{P}}$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
30 juillet .	1.012	100	50.25	25.30	farineux	—	0	0	0	0	0
3 octobre .	1.340	110	43.20	25.20	»	—	—	—	0	»	»
23 novembre	1.557	115	42.20	25.23	»	»	—	—	6	»	»
22 décembre	1.985	126	45.25	25.20	»	»	»	»	8	»	»
13 février .	2.185	129	45.25	20.20	»	»	»	»	10	»	»
11 avril .	2.174	129	45.20	25.24	»	»	»	»	12	»	»
15 mai .	2.181	129	45.22	30.30	»	»	»	»	15	»	»
13 juillet .	2.267	131	42.22	25.23	»	»	»	»	20	»	»
18 octobre .	2.468	135	55.25	30.28	»	»	»	»	24	»	»

Autopsié le 18 octobre 1911.
 Testicules absents.
 Foie : 25 gr.
 Graisse abondamment développée : masse adipeuse péritonéale : 195 gr.

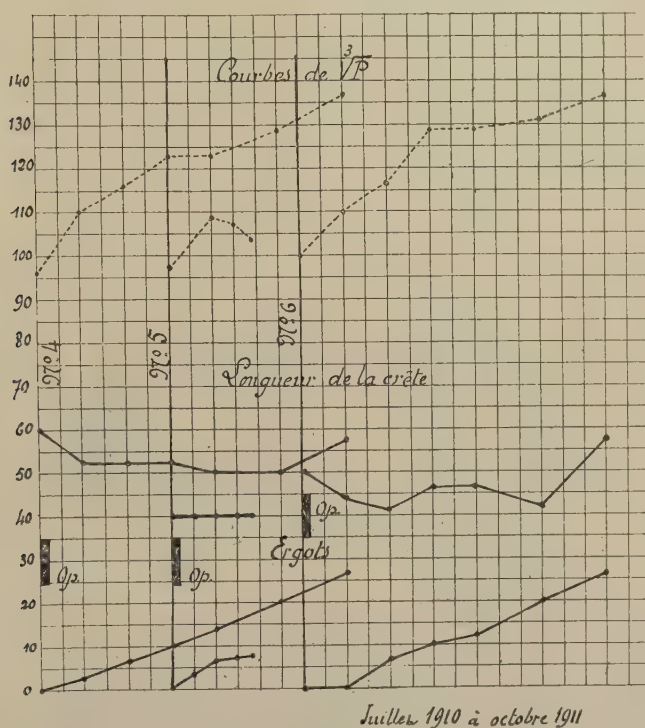


Fig. 7. — Graphique relatif aux castrats n°s 4, 5 et 6 : la crête ne s'allonge guère ; les ergots se développent normalement.



Fig. 8. — Photographie n° 4 (prise le 27 décembre 1910). Crête et barbillons minuscules. Plumage mâle particulièrement fourni.

IV. Expériences personnelles. — 1^{re} *Série I.* — 6 coquelets sont mis en expérience à la Station Physiologique du Collège de France. Ils proviennent d'un même élevage, mais sont de race plus ou moins mélangée. La castration est effectuée dès l'âge de trois mois, au moment où les caractères sexuels secondaires vont commencer à apparaître. Le chant n'a pas encore évolué ; en outre, les instincts sexuels sont absents (voir tab. 1, 2, 3, 4, 5, 6 et graph. fig. 6 et 7).

2^e *Série II.* — Dans la première série d'expériences, la castra-



Fig. 9. — Dessin de l'animal n° 6 (d'après une photographie prise le 27 décembre 1910). Crête petite. Le plumage est celui d'un coq, mais la queue est presque droite. Faucilles peu développées.

tion n'a amené aucun changement dans l'évolution du plumage ou des ergots. On peut objecter qu'elle a été pratiquée trop tardivement, à un moment où les caractères en question étaient déjà potentiellement développés. Il ne serait pas absurde, en effet, de penser qu'une stimulation temporaire précoce puisse avoir, pour l'évolution sexuelle, une influence définitive.

Pour échapper à cette critique, nous avons fait une deuxième série d'expériences où la castration a été effectuée à plus tôt.

N° 7. Castrat. Né le 16 août 1910. Castré le 9 novembre 1910.

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\frac{3}{\sqrt{P}}$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
9 novembre	»	»	35.15	20.13	farineux	—	—	0	0	0	0
23 novembre	1.142	104,3	35.15	20.13	»	—	—	»	0	»	»
22 décembre	1.222	106,1	35.15	20.13	»	—	—	»	0	»	»
13 février.	1.889	123,7	40.18	25.15	»	—	—	—	2	»	»
11 avril.	2.534	136,3	45.20	30.20	»	»	»	—	8	»	»
15 mai	2.617	137,6	45.22	30.20	»	»	»	»	10	»	»
20 juillet	2.602	137,5	48.22	30.24	»	»	»	»	15	»	»
20 octobre	3.620	153,5	59.28	32.19	»	»	»	»	22	»	»

Autopsié le 31 octobre 1911.
 Testicules absents (sauf un petit nodule fixé à une côte, à 5 cm. de la position normale de l'organe. Foie: 43 gr.
 Graisse assez abondante; masse adipeuse péritonéale: 90 gr.

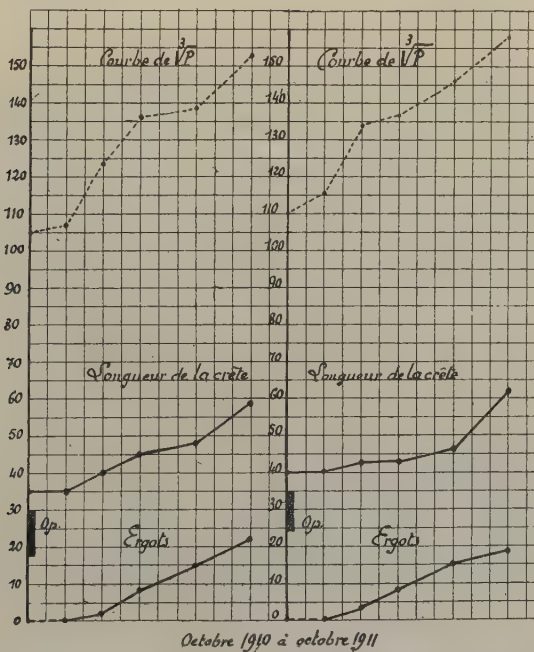


Fig. 10. — Graphique relatif aux castrats Orpington fauve nos 7 et 8.

N° 8. Castrat. Né le 16 août 1910. Castré le 9 novembre 1910.

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergols	Instincts	
	En gr.	$\sqrt[3]{P}$	Crête	Barbillons	Aspect	Cemail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
9 novembre	»	»	40.13	20.18	pâles	—	—	0	0	0	0
23 novembre	1.369	110,7	40.15	20.18	»	—	—	0	0	»	»
22 décembre	1.595	116,6	40.15	20.18	»	—	—	0	0	»	»
13 février	2.435	134,5	42.18	30.22	»	—	—	—	3	»	»
11 avril	2.546	136,5	42.18	30.25	»	—	—	—	8	»	»
15 mai	2.766	140,5	45.20	32.20	»	—	—	—	10	»	»
20 juillet	3.105	145,8	45.20	35.26	»	»	»	»	15	»	»
20 octobre	3.930	157,8	62.28	40.25	»	»	»	»	18	»	»

Autopsié le 31 octobre 1911.
 Testicules absents.
 Foie : 37 gr.
 Graisse très abondante ; masse adipeuse péritonéale : 252 gr.

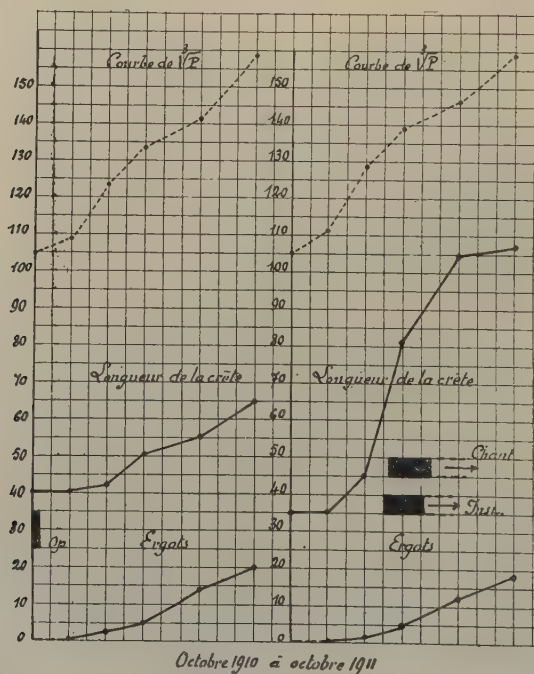


Fig. 44. — Graphique relatif aux sujets nos 9 et 10. N°9 : castrat. N°10. Témoin.

N° 9. Castrat. Né le 16 août 1910. Castré le 9 novembre 1910.

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\frac{3}{4} P$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
9 novembre	»	»	40.43	20.16	farineux	—	—	0	0	0	0
23 novembre	1.172	105,4	40.15	20.16	»	—	—	0	0	0	0
22 décembre	1.303	109,2	40.15	20.16	»	—	—	0	0	»	»
13 février	1.914	124,0	42.18	32.15	»	—	—	2	2	»	»
11 avril	2.374	133,4	50.27	35.30	»	—	—	1	5	»	»
15 mai	2.679	138,9	55.27	37.24	»	»	—	1	8	»	»
20 juillet	2.797	140,9	55.27	35.30	»	»	»	»	13	»	»
20 octobre	4.014	158,9	65.30	37.30	»	»	»	»	20	»	»

Autopsié le 31 octobre 1911.
 Testicules absents.
 Foie : 37 gr.
 Graisse très abondante ; masse adipeuse péritonéale : 190 gr.



Fig. 12. — Photographie du n° 7, en mai 1911. Plumage de coq, tête de poulet.

N° 10. Témoin. Né le 16 août 1910.

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Instincts		
	En gr.	3 p.	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Fauilles	Ergols	Chant	Ardeur sexuelle
9 novembre	»	»	35.15	20.10	pâles	—	—	»	0	0	0
23 novembre	1.152	104,6	35.15	20.10	»	—	—	»	0	»	»
22 décembre	1.350	110,5	35.15	20.10	»	—	—	»	0	»	»
13 février	2.060	127,3	45.22	29.25	»	—	—	—	1	»	»
11 avril	2.684	136,8	82.45	45.50	sanglants	—	—	—	4	—	—
15 mai	2.822	141,3	89.44	40.58	»	»	»	—	12	»	»
20 juillet	3.141	146,4	105.56	55.58	»	»	»	—	12	»	»
20 octobre	3.985	158,4	106.57	59.60	»	»	»	—	18	»	»

Autopsié le 31 octobre 1911.
 Testicules : 28 gr.
 Foie : 47 gr.
 Graisse absente ; masse adipeuse péritonéale : 10 gr.



Fig. 13. — Photographie du même en octobre 1911. Plumage mâle, abondant. Crête petite.

Nous nous sommes servi de coquelets de race Orpington fauve, nés en août, à évolution sexuelle *particulièrement lente* : l'ablation des glandes génitales est faite *quelques mois* avant l'apparition des caractères sexuels secondaires. Ces animaux



Fig. 14. — Photographie du coq Orpington fauve n° 10 prise en octobre 1911. Crête développée. Plumage caractéristique; queue relativement courte.

offrent en outre l'avantage d'être de race pure et les mensurations qui les concernent sont particulièrement comparables.

Quatre animaux de même race et de même couvée, nés le 16 août 1910. L'aspect au moment de la castration est celui de poulets indifférenciés, sauf quelques plumes du cou. L'un d'eux est conservé comme témoin, les trois autres sont castrés. Le témoin ne présentera sa crise de puberté qu'en avril 1911 (voir tab. 7, 8, 9, 10 et graph. fig. 10 et 11).

CHAPITRE IV

DISCUSSION DES RÉSULTATS

Evolution des caractères sexuels secondaires chez le mâle normal. — Croissance hétérogonique de la crête. — Ergots et plumage. — Courbe de croissance du testicule. — Influence de la castration chez le coq. — Les organes érectiles chez le castrat. — Indépendance du plumage et des ergots. — Les instincts du chapon. — Conclusions.

L'examen comparatif des tableaux et des graphiques (fig. 6, 7, 10 et 11) nous conduit à des conclusions précises que nous grouperons en deux catégories suivant qu'elles intéressent le mâle normal ou le castrat. Chez le mâle normal, ces conclusions se rapportent à l'évolution des caractères sexuels secondaires ; chez le castrat, il s'agit des perturbations apportées dans le développement de ces caractères par l'ablation des glandes génitales.

I. Evolution des caractères sexuels secondaires chez le mâle normal. — Il ressort très nettement de nos expériences que le plumage mâle (carnail, lancettes, faucilles) fait son apparition entre le deuxième et le troisième mois, tout au moins chez les coqs dont la croissance est normale. Les ergots pointent vers la fin du troisième mois, au moment où l'animal entre en possession de l'instinct sexuel et de la faculté du chant. L'instinct sexuel se manifeste tout de suite avec l'ensemble de ses caractères : recherche de la femelle, ardeur belliqueuse vis-à-vis des mâles rivaux, allant jusqu'à des combats sanglants qui nécessitent souvent l'isolement des sujets.

1^o Croissance de la crête. — La croissance de la crête est particulièrement suggestive. En même temps qu'elle se développe dans toutes ses dimensions (longueur, largeur, épaisseur) (fig. 6), elle prend une teinte écarlate caractéristique, qui contraste avec l'aspect farineux de la crête du coquelet ou de la poule. Barbil-

rons, joues, oreillons évoluent d'une façon analogue. L'aspect de ces organes tient à la présence de nombreuses lacunes sous-cutanées, injectées de sang : ce liquide s'écoule en abondance dès que la moindre éraflure lèse leur épiderme délicat : aussi la crête est-elle la partie vraiment vulnérable du coq, celle que l'adversaire essaie d'atteindre et de déchirer avec son bec.

Si l'on compare la courbe de la crête et celle de $\sqrt[3]{P}$, on voit qu'il se produit entre les deux une *discordance* très sensible dès le troisième mois ; il y a alors, à ce moment, *croissance hétérogonique marquée*, qui fait songer immédiatement à un conditionnement spécial.

Il n'est pas sans intérêt de rechercher le *moment précis où s'établit la discordance*, c'est-à-dire le moment où la croissance cesse d'être isogonique pour devenir hétérogonique. Pour cela, il suffit de calculer, à chaque mensuration, le rapport de la longueur de la crête à la longueur de l'animal, représentée conventionnellement par $\sqrt[3]{P}$.

Exemple : Coq Orpington fauve n° 10 à croissance lente.

Rapport de croissance linéaire $\frac{l}{\sqrt[3]{P}}$

Date	Crête	$\sqrt[3]{P}$	Rapport
1910. — 23 novembre	35	104,6	0,33
22 décembre	35	110,5	0,32
1911. — 13 février	45	127,3	0,35
11 avril	82	136,8	0,59
15 mai	89	141,3	0,63
20 juillet	105	146,4	0,72
20 octobre	106	158,4	0,67

La représentation graphique plus suggestive encore que les nombres eux-mêmes montre que la discordance entre la croissance de la crête et celle du corps commence au point A (fig. 15) et qu'elle cesse quand le rapport est 0,7 ; la durée correspondante est de cinq mois durant lesquels la longueur relative de la crête s'est accrue du simple au double ; ensuite, l'isogonie se rétablit, dans l'ensemble, abstraction faite de variations faibles, qui mériteraient néanmoins de retenir l'attention.

2° Ergots et plumage. — Alors que la crête et les organes érectiles croissent jusqu'à une certaine limite, qui représente pour eux un équilibre physiologique, les ergots et le plumage ont une croissance indéfinie. En ce qui concerne les ergots, *l'allongement se poursuit à peu près uniformément*, à raison de 15 millimètres à 20 millimètres par an environ, à tel point que l'on peut reconnaître l'âge d'un coq à la longueur de ses éperons. Il est vrai que les ergots tombent parfois et que de ce fait le calcul

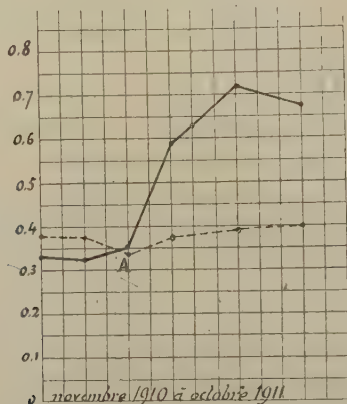


Fig. 15. — Rapport de la longueur de la crête à la longueur théorique du corps chez le coq n° 10 et chez un castrat.

peut être faussé ; d'autre part, certains éleveurs peu scrupuleux ne se font pas faute de couper les ergots de leurs volailles avant de les jeter sur le marché afin de tromper sur la qualité de leurs produits. — Quant au plumage, il est soumis à un remplacement périodique ou mue ; le phénomène se produit en automne et dure deux mois environ ; les vieilles plumes tombent peu à peu tandis que poussent les plumes de remplacement : à ce moment, le coq a l'air d'être en guenilles (fig. 16) et présente l'aspect le plus comique ; mais la livrée change bientôt : le nouveau plumage s'épanouit, aussi brillant et aussi caractéristique que l'ancien (fig. 14).

3° Croissance du testicule. — Il est tout indiqué de suivre l'accroissement du testicule, durant l'acquisition des caractères sexuels secondaires. Des mensurations périodiques ne sont pas possibles, en raison de la situation interne de l'organe, mais on

peut tourner la difficulté en notant, lors de chaque autopsie, la longueur axiale de la glande et l'âge de l'animal.



Fig. 16. — Coq normal adulte, en période de mue (octobre 1910).

Signalons d'abord que, chez les coqs adultes de même âge, il peut y avoir une différence du simple au double, sinon dans la longueur, du moins dans le poids du testicule : le coq Orpington fauve n° 4 possède, à l'autopsie, des testicules pesant au total 28 grammes, le poids de l'animal étant de 4 kilogrammes ; chez un autre coq, du poids de 3.300, grammes le poids total des deux organes est de 14 grammes seulement, de tels écarts se trouvent nivelés si l'on prend des moyennes en parlant d'un nombre assez grand de sujets. Une autre réserve s'impose, relativement à la vitesse même de la croissance : c'est un fait bien connu que les poulets nés au printemps ont une évolution sexuelle beaucoup plus rapide que ceux qui naissent à la fin de l'été : aussi bien, il existe des races à croissance naturellement lente : autant de raisons qui peuvent apporter des perturbations dans le rapport cherché entre l'âge et la croissance du testicule.

Voici quelques moyennes qui nous conduisent néanmoins à une courbe assez régulière :

Age	12 j.	24 j.	2 m.	3 m.	4 m.	6 m.
Longueur du testicule en millimètres	2	3	5	15	17	20

Cette variation est comparable à celle que G. LOISEL a observée à propos du même organe, chez le moineau domestique, mais dans des conditions un peu différentes : il s'agit de l'évolution périodique du testicule : pendant l'hiver, il est réduit et gros comme une tête d'épingle ; au printemps, il grossit et en mai, il atteint la grosseur d'un pois ou même d'une noisette.

Variation. *a) D'après les nombres de LOISEL.* — Grand axe du testicule en millimètres :

du 10 janvier au 25 mars. . . 4,3 2 3,8 5,5 8,2 12,5
(sans indication de date).

b) d'après les graphiques du même auteur (fig. 17) :

	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai
Temps par quinzaines . . .	1	2	1	2	1	2	1	2	
Longueur du testicule en mm.	4,6	4,6	2,7	2,9	4,3	7,0	9,6	10	10,6

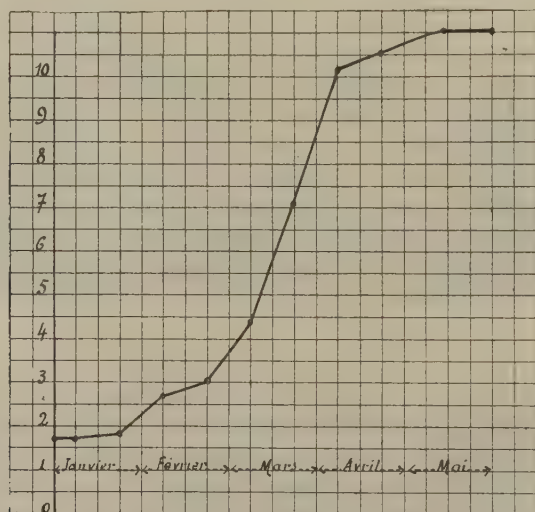


Fig 17. — Accroissement en longueur du testicule du moineau, de janvier à mai, d'après les nombres de G. LOISEL.

De ces courbes, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° La croissance du testicule chez le poulet ne se fait pas d'une façon uniforme, mais elle augmente assez brusquement, à un moment donné ; le fait se produit entre 2 et 3 mois. Chez le moineau domestique, l'augmentation brusque a lieu principalement en mars.

2° Le testicule possède, par rapport au corps, une croissance

nettement hétérogonique ; tandis que la longueur du testicule est décuplée, de 12 jours à 6 mois, ce qui correspond à une augmentation pondérale de 1 à 1000, l'augmentation de poids est loin d'être aussi grande, le poids du poulet de 12 jours étant de 60 à 80 grammes.

Comparaison. — La comparaison s'impose entre la croissance de la crête et la croissance du testicule. Portons au bas du graphique qui représente l'évolution de la crête du n° 1 (fig. 18), la courbe de croissance du testicule, nous voyons que les deux

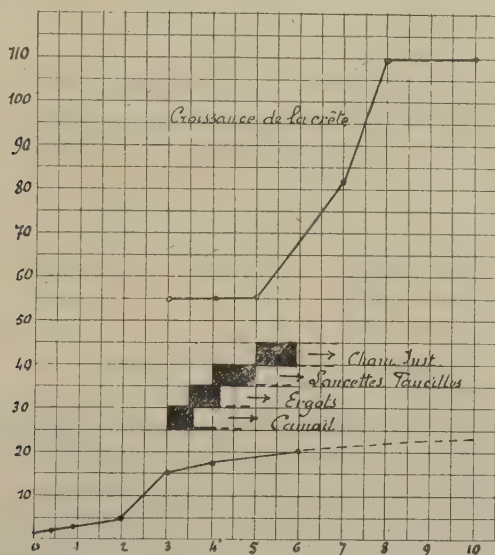


Fig. 18. — Courbe moyenne de croissance du testicule et évolution moyenne des caractères sexuels secondaires chez le coq.

courbes sont semblables. Mais il n'y a pas isochronisme entre les deux tracés ; l'augmentation du testicule précède de quelques semaines celle de la crête. Il semble bien que le testicule doive être développé pour que les caractères sexuels secondaires puissent commencer leur évolution. Nous saisissons ici, d'une façon précise l'idée courante, déjà émise par ARISTOTE, que la puberté ne se produit que si les glandes génitales sont pleinement développées.

II. Influence de la castration chez le coq. — Tous les carac-

tères sexuels secondaires ne sont pas modifiés par la castration, contrairement à ce que pourrait laisser prévoir l'évolution sexuelle du coq; nous considérerons successivement la crête et les organes érectiles, le plumage, les ergots, enfin l'instinct sexuel et le chant.

1° *Organes érectiles.* — La croissance de la crête, des barbillons, des oreillons est influencée d'une façon profonde et il n'est pas besoin, lorsque la castration est complète, de trancher la crête d'un chapon, comme le faisaient les éleveurs, pour le distinguer d'un entier. Ces organes restent petits (fig. 8, 12 et 13), rosés, farineux, presque exsangues. Une éraflure n'y produit qu'une hémorragie insignifiante. Les lacunes sanguines de la crête sont moins développées que chez le coq.

Sans doute, la crête peut continuer à grandir après la castration, mais la croissance est parallèle à celle des autres organes et demeure isogonique.

Un exemple va nous le montrer d'une façon frappante :

Castrat Orpington fauve n° 9, à croissance lente (fig. 10, pointillé).

Rapport de croissance linéaire $\frac{l}{\sqrt[3]{P}}$

Date	Crête	$\sqrt[3]{P}$	Rapport
1910. — 23 novembre	40	105,1	0,38
22 décembre	40	109,2	0,37
1911. — 13 février	42	124,0	0,34
11 avril	50	133,4	0,37
15 mai	55	138,9	0,39
20 juillet	55	140,9	0,39
20 octobre	65	158,9	0,40

La *constance du rapport* est particulièrement remarquable et s'oppose à l'augmentation brusque que nous avons observée au point A dans le cas coq normal : nous saisissons sur le vif la différence entre croissance banale et croissance conditionnée.

2° *Plumage et ergots.* — Le chapon prend intégralement le plumage du coq. Camail, lancettes et faucilles se développent avec les mêmes caractères et au même moment; nous n'avons constaté aucun retard dans leur évolution. Le plumage du cha-

pon est-il plus brillant que celui du mâle, comme l'a prétendu SELLHEIM ? Nous ne pouvons l'affirmer d'une façon systématique. Dans la 2^e série, le témoin et les castrats sont à peu près identiques en ce qui concerne le pigment, sauf que la livrée des castrats est un peu plus fauve ; de même la queue des castrats (fig. 13) est plus allongée. Par contre, celle du castrat n° 6 de la première série (fig. 9) est moins fournie que chez les mâles nor-

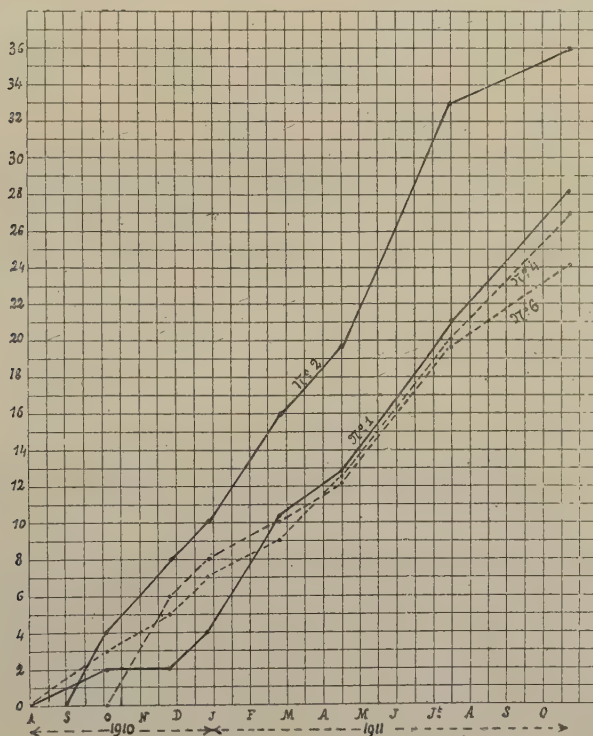


Fig. 19. — Accroissement linéaire des ergots chez deux coqs (nos 1 et 2) et chez deux castrats (nos 4 et 6) : les quatre courbes ont même allure.

maux et le plumage est plus terne. Nous admettrons donc que le plumage n'est pas influencé par l'ablation des glandes génitales. — *Enfin la mue se produit chez le chapon comme chez le mâle normal*, et nous n'avons observé aucune différence appréciable à ce sujet.

Il en est de même pour les ergots. Nous avons augmenté, dans

le graphique ci-joint (fig. 19), l'échelle des hauteurs afin de mieux saisir la loi de croissance de ces organes : chez les deux mâles normaux (trait continu) et chez les deux castrats (trait pointillé), on peut dire que les ergots croissent avec la même vitesse moyenne : les différences sont de simples variations individuelles

3° *Instinct sexuel*. — L'instinct sexuel et le chant, sont par contre, profondément modifiés, ou mieux, ils n'apparaissent pas chez le chapon. Celui-ci est un animal *doux, tranquille, lent*. Il n'a ni la fière attitude du coq, ni sa démarche sautillante. Son maintien est un peu plus horizontal, et son pas plus régulier. *Il ne cherche pas à se rapprocher des femelles* et n'exécute même jamais le réflexe préliminaire qui consiste, pour le coq, à se présenter face à la femelle en abaissant la tête et en étalant latéralement une aile. Nous n'avons pas eu l'occasion d'observer si le chapon est doué d'instincts maternels et devient apte à conduire des bandes de poussins. Par contre, nous avons toujours remarqué que *les mâles batailleurs ne livrent jamais combat aux chapons*. Mieux encore, lorsqu'on introduit un chapon dans un parquet où il y a des mâles, ceux-ci le traitent comme une femelle, s'en approchent, exécutent la parade préliminaire, mais n'achèvent pas la copulation. Le chapon s'écarte lentement, indifférent, sans chercher à réagir ou à se défendre. *C'est un neutre*.

4° *Chant*. — De même, le chant du chapon n'est pas le coquerico sonore et claironnant du coq ; c'est un *gloussement monosyllabique*, semblable à celui de la poule ; jamais il ne nous a été donné, durant nos expériences qui se sont poursuivies pendant plusieurs années, d'entendre le chant enroué, semblable à celui du coquelet en métamorphose, signalé par les auteurs allemands.

CHAPITRE V

LA CASTRATION CHEZ D'AUTRES ESPÈCES

1° La castration chez le faisan argenté (« *Euplocomus nycthemerus* »);
 2° La castration chez le faisan doré (« *Thaumalea picta* »); 3° Trois cas de gynandromorphisme chez le faisan ordinaire (« *Phasianus colchicus* »). — Conclusions.

Nous avons fait porter nos expériences de castration sur trois espèces chez lesquelles le dimorphisme sexuel est plus frappant encore que chez le coq ordinaire. Il s'agit du faisan ordinaire (*Phasianus colchicus*), du faisan argenté (*Euplocomus nycthemerus*) et du faisan doré (*Thaumalea picta*). En ce qui concerne le faisan ordinaire, il nous a été impossible d'obtenir une longue survie des animaux opérés, en raison de difficultés d'élevage. Par contre, les deux autres espèces, plus rustiques ont supporté facilement l'opération et nous ont fourni des résultats intéressants. Enfin, nous avons eu l'occasion d'observer trois faisans ordinaires, dont le plumage présentait un mélange de caractères mâles et femelles : l'autopsie ne pouvait manquer de fournir des données utiles en ce qui concerne les rapports entre la glande génitale et le plumage.

I. Recherches sur le faisan argenté. — 1° Description. —

Le faisan argenté est une espèce originaire d'Asie, qu'il a été facile d'acclimater en France en raison de sa rusticité. On l'élève actuellement dans des volières où les jeunes n'ont même pas besoin d'une nourriture spéciale, à l'inverse de la plupart des autres faisans. Le faisan argenté fait bon ménage avec les poulets ordinaires ; il se reproduit facilement en captivité.

Le coq adulte est un magnifique oiseau ; son plumage présente une dominante blanche qui lui a valu son nom. La tête fine, armée en avant d'un fort bec jaune verdâtre, est coiffée par dessus d'une huppe noire qui se recourbe en arrière sur la nuque. Le pourtour des yeux est orné, comme chez le coq, de joues d'un

rouge écarlate, légèrement veloutées, qui se prolongent en haut par une petite crête trapézoïdale et en bas par un barbillon à large insertion.

La poitrine, la région abdominale et les cuisses sont recouvertes par des tectrices d'un noir bleu très joli ; quant à la région dorsale, aux ailes et à la queue, elles présentent des plumes argentées marquées de lignes noires en forme d'ogive ; les pattes, rouges, sont armées d'ergots jaunâtres.

La femelle est bien différente. Le plumage de la région dorsale est d'un gris jaunâtre, tandis que les flancs et le ventre sont moirés de noir. Les plumes de la queue sont plus courtes que chez le coq et présentent des bandes noires plus serrées. La tête a des joues latérales, mais moins développées que chez le coq.

Le plumage brillant ne pousse pas chez le mâle dès la sortie de l'œuf. Durant la première année, les jeunes faisans argentés mâles ressemblent à la femelle. C'est à la mue printanière de leur deuxième année que la métamorphose se produit : on voit les faisandeaux évoluer assez rapidement et prendre leur parure définitive.

2^o *Expériences.* — Nos expériences ont porté sur quatre animaux, nés en mai 1911 au parc d'Armainvilliers : trois d'entre eux sont castrés en février 1912 à un moment où la mue de printemps n'est pas encore commencée, et où il est presque impossible de les distinguer des femelles ; le 4^e est conservé comme témoin.

Au moment de la castration le signalement des quatre sujets est le suivant :	{	Tête : huppe bleuâtre.
		Jabot : noir bleu.
		Dos : gris fauve.
		Ventre : gris fauve.
		Ailes : fauves, sans plumes blanches.
		Queue courte et grisâtre
		Ergots : 1 cm.

Le testicule est très petit et allongé : 4 mm. $\times$ 1 mm. $\frac{1}{2}$: il est recouvert par une albuginée très foncée.

Les quatre animaux sont observés régulièrement : nous constatons qu'à partir d'avril-mai, la mue se produit à la fois chez le mâle et chez les castrats, sans qu'on puisse discerner une différence, soit dans la marche, soit dans l'intensité du phénomène. En juillet, la mue est terminée et tous ont l'aspect de mâles entiers. Seules, les joues permettent de reconnaître les castrats ;

elles sont plus petites : *la crête et les barbillons ne se sont pas développés et font à peine saillie* (fig. 20). Du côté de l'instinct, par contre, la modification est profonde : *ni penchant sexuel, ni cri guttural chez le castrat*.

Les quatre animaux sont autopsiés en novembre 1912 : nous ne constatons pas de reste de testicule chez les trois opérés.

3° *Conclusions*. — *La castration a donc produit les mêmes effets que chez le coq : abolition de l'instinct sexuel et du cri ;*

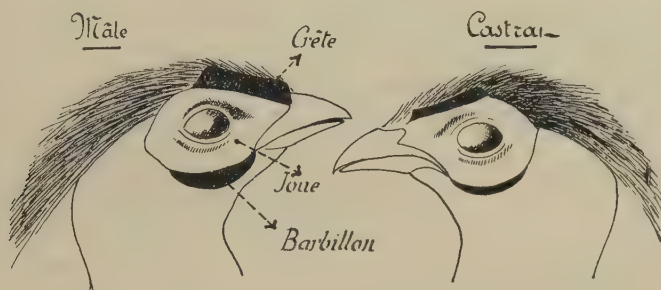


Fig. 20. — Faisans argentés adultes : à gauche, mâle ; à droite, castrat : diminution de la crête et des barbillons chez le castrat.

diminution des saillies charnues de la face ; par contre elle n'a modifié en rien le plumage et les ergots.

II. Expériences sur le faisan doré. — 1° Description. —

Originaire d'Asie, comme son congénère, il fait également l'objet d'un élevage assidu, dans les volières de luxe, dont il est peut-être l'hôte le plus brillant. En Chine, où il vit à l'état de liberté, dans les bois situés à une altitude moyenne, il est très répandu et connu sous le nom de Kin-ky (poule d'or).

Aucun oiseau ne possède, dans son plumage, une gamme de couleurs plus riche et plus variée que le mâle du faisan doré. Sur la tête s'étale un panache d'un jaune clair qui se recourbe en arrière ; il s'applique sur une riche collerette de plumes d'un jaune orangé et varié de lignes noires dessinées sur le bord. Au dessous, la nuque est d'un vert métallique éclatant, tandis que la gorge et l'abdomen reflètent le rouge écarlate le plus vif. Le dos est recouvert de fines plumes jaunes ; les rémiges des ailes sont brunes ; elles sont recouvertes à la base de plumes

bleues ; quant aux grandes plumes de la queue, elles sont brunes et tachées de noir ; il s'insère, entre elles, de fines lancettes d'un rouge vif ; les pattes, jaunâtres sont armées d'ergots.

La poule est plus humble. Son plumage à peu près uniforme est d'un gris jaunâtre, varié de lignes noir brun, foncé sur le dos, plus clair aux flancs et à l'abdomen.

Le jeunè faisan doré n'acquiert pas tout de suite sa splendide livrée ; jusqu'à l'âge de trois mois il a une couleur gris brunâtre assez terne ; puis, une première mue détermine chez lui l'apparition de plumes rougeâtres dans la région de la huppe et du dos. C'est seulement un an après que la métamorphose véritable a lieu et que les couleurs définitives apparaissent, la mue dure quelques semaines : elle recommence tous les ans.

2^o *Expériences.* — 4 faisans dorés mâles, nés en mai 1911, provenant du parc d'Armainvilliers, sont mis en observation à la Station Physiologique du Collège de France ; deux sont castrés en février 1912, avant la mue définitive, les deux autres sont conservés comme témoins. Les testicules enlevés sont de la grosseur d'un plomb de chasse et recouverts d'une albuginée noire.

Dans la suite, nous n'observons pas de modification sensible chez le castrat relativement à l'évolution du plumage ; la mue s'effectue de mai à juillet, comme chez les témoins, intéressant alternativement les différentes parties du plumage ; finalement, les quatre animaux ont un aspect identique.

Par contre, *les transformations sont profondes, du côté de l'instinct sexuel.* Le faisan doré mâle est, comme le coq, méchant vis-à-vis de ses rivaux, à qui il cherche constamment querelle. D'autre part, au moment des amours, on le voit courir en sautillant le long du grillage de la volière, étalant la collerette orangée qui recouvre sa nuque. Que l'on introduise près de lui une femelle ou même un castrat, il se précipite sur l'arrivant avec la rapidité d'une flèche, hérisse davantage sa collerette et exécute l'acte de copulation, tout en pinçant fortement avec son bec la nuque du partenaire. Nous n'avons observé rien de pareil chez le castrat : c'est un animal doux, tranquille, qui ne cherche à produire aucun effet de collerette et que les femelles laissent indifférent.

Les quatre animaux sont sacrifiés en novembre 1912. A l'autopsie, les castrats ne présentent aucun reste testiculaire. Les

témoins possèdent alors des testicules petits : ils sont d'ailleurs en période de repos sexuel. L'adiposité est presque nulle.

3^e *Remarque*. — Pour être complet, nous devons signaler qu'au moment de la castration, le gésier et le péritoine étaient imprégnés d'une graisse écarlate ; en outre, le foie présentait la même coloration. Ce fait est à rapprocher de celui que signale LOISEL au sujet de *Fondi madagascariensis*, dont la graisse est colorée durant la période qui précède immédiatement les amours. D'après LOISEL, le pigment de cette graisse représenterait la forme concrète de l'harmozone testiculaire, et il faudrait le considérer comme une étape préparatoire de la pigmentation de la plume. A vrai dire, cette manière de voir ne nous paraît pas soutenable, d'abord, parce que l'harmozone testiculaire n'est pas la cause de l'aspect spécial du plumage, ensuite parce qu'il paraît difficile de comprendre comment un pigment unique, alimentant le bourgeon de la plume, va déclencher des gammes de teintes aussi variées. Du reste, les phénomènes de coloration de la plume ne sont pas produits exclusivement par des couleurs réelles, mais en outre par des phénomènes de lames minces ; la question reste en suspens.

3^e *Conclusions*. — Des expériences relatives au faisan argenté et au faisan doré, il résulte que le testicule n'exerce aucune action sur le développement du plumage et des ergots. Par contre, il conditionne le développement des organes érectiles (faisan argenté) et l'instinct sexuel dans ses manifestations normales ou déviées. Les conclusions que nous ont fournies nos expériences sur les coqs domestiques s'en trouvent particulièrement renforcées.

III. *Observations relatives à trois coquards*. — 1^e *Description*. — Le 24 janvier 1914, nous recevons du parc d'Armainvilliers (1) quatre faisans ordinaires (*Phasianus colchicus*) dont le plumage présente un curieux mélange de caractères des deux sexes ; trois d'entre eux ont été abattus au cours d'une chasse ; le quatrième a pu être capturé vivant ; ce dernier est une femelle en voie de virilisation sénile ; nous nous en occupons lorsqu'il sera question du virilisme expérimental.

(1) M. Barbier, régisseur du parc d'Armainvilliers, a bien voulu se charger de nous adresser ces quatre animaux ainsi que les autres séries de faisans : nous lui renouvelons nos bien vifs remerciements.

Pour juger du mélange des caractères du plumage chez les trois premiers, rappelons tout d'abord les caractéristiques du faisant mâle ; en regard, nous indiquerons les particularités correspondantes des sujets en question ⁽¹⁾.

	Mâle normal	N° 1	N° 2	N° 3
Tête	Joues rouges autour des yeux Plumes émeraude Gorge cuivrée	Joues rouges Plumes grises mélangées de plumes émeraude Gorge blancheâtre	Pas de joues Plumes émeraude Gorge cuivrée	Pas de joues Quelques plumes émeraude et plumes grises Gorge cuivrée
Cou	Collier blanc au dessous duquel se trouvent des plumes maillées à tons cuivrés	Collier émeraude Plumes maillées à tons cuivrés	Collier blanc Plumes maillées à tons cuivrés	Pas de collier Plumes maillées à tons cuivrés
Région dorsale	Plumes maillées à riches tons bruns	En avant, plumes maillées, à reflets verts. En arrière, plumes cuivrées	Plumes maillées et brunes	Plumes maillées et brunes
Région ventrale	Plumes cuivrées rehaussées de lignes sombres violacées	Plumes blancheâtres ou fauves, quelques plumes cuivrées	Plumes d'un brun foncé	Deux bandes noires latérales et bande blancheâtre médiane
Queue	Longue	Longue	Longue	Moyenne
Ergots	Développés	10 m/m	Absents	Absents
Adiposité		Faible	Moyenne	Exagérée
Organes génitaux	Testicules	Testicules développés de 12 ^{mm} × 4 ^{mm}	Glandes génitales absentes	Glandes génitales absentes
Dominante		Femelle	Mâle	Femelle

(¹) Les n° 1 et 2 sont représentés planche I : n° 1 en haut, n° 2 au milieu.

2° *Structure du testicule du n° 1.* — Extérieurement, les testicules du n° 1 ont un aspect normal ; la grosseur est moyenne.

L'examen microscopique révèle une *structure embryonnaire* (fig. 21). L'albuginée est formée de lames conjonctives superposées réparties en deux couches ; dans la région externe, les fibres sont espacées, elles sont plus serrées dans la région interne. Dans les espaces libres on trouve des noyaux allongés et aplatis ainsi que des *masses pigmentaires*, formées de *granulations brunes* : ces masses pigmentaires sont disposées en *trainées allongées*.

Le canal séminifère renferme une couche de cytoplasme indivis, plus compact vers la paroi que vers la lumière du

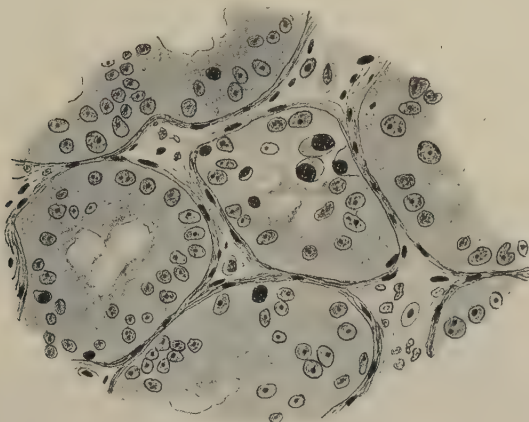


Fig. 21. — Testicule du faisan n° 1. Canaux séminifères réduits à un épithélium sertolien. Tissu interstitiel peu développé.

tube ; on y voit plusieurs rangées de noyaux. Chaque noyau est entouré par une membrane nette, plus ou moins ovale ou triangulaire ; il comprend un nucléoplasme incolore, quelques fines granulations chromatiques et, en outre, un ou plusieurs nucléoles. L'ensemble constitue un *épithélium sertolien*.

Les canaux sont limités par quelques lames conjonctives, avec noyaux aplatis. Aux carrefours intertubulaires, on distingue des cellules interstitielles à noyau très colorable et à protoplasme vacuolisé. Les cellules interstitielles et l'*épithélium sertolien* sont dépourvus de pigment.

3° *Discussion et conclusions.* — Les trois coquards en question nous offrent trois cas nouveaux de gynandromorphisme. Il ne s'agit pas ici d'une répartition, en deux moitiés symétriques, des caractères sexuels secondaires, mais d'une mosaïque touffue des particularités externes relatives aux deux sexes.

De telles anomalies ont été considérées par certains auteurs comme incompatibles avec la théorie des hormones : si les caractères sexuels secondaires sont conditionnés par une substance circulant avec le sang, on ne conçoit pas que des parties diverses d'un organisme puissent évoluer sexuellement dans le sens opposé.

A vrai dire, pour qu'il y eût incompatibilité, il faudrait que deux conditions fussent simultanément réalisées : présence, chez un sujet, et des caractères de l'un des sexes et de la glande génitale *fonctionnelle* du sexe opposé. Tel n'est pas le cas pour les trois coquards en question, puisque deux d'entre eux n'ont pas de glandes génitales et que l'autre a des testicules non fonctionnels.

Nous avons probablement affaire, dans ces trois cas, à de véritables *mulets*, c'est-à-dire à des hybrides d'espèces (ou simplement de races éloignées), comme on en obtient facilement par croisement systématique des faisans. Ainsi s'expliqueraient. l'arrêt de développement ou la suppression des glandes génitales, ainsi que le mélange des caractères externes.

CHAPITRE VI

LA CASTRATION POSTPUBÉRALE

Historique. — *Recherches personnelles.* — *Discussion des résultats.* — *Conclusions.* — *Loi numérique de régression des organes érectiles.* — *Signification biologique de la formule*

$$L = l + \frac{1}{2} c (g - t)^2.$$

Conclusions. — *Equilibres physiologiques.*

I. Intérêt de la question. — La question que nous avons résolue au sujet du conditionnement de certains caractères

sexuels secondaires en appelle logiquement une autre : les caractères ainsi conditionnés sont-ils définitivement acquis ou bien doivent-ils être l'objet d'un stimulus incessant ? Il se pourrait que l'harmozone testiculaire eût déterminé, au moment de la puberté, une masculinisation définitive ; son rôle se bornerait alors à fournir une impulsion primordiale, qui donnerait à l'organisme le sceau définitif du sexe mâle.

A vrai dire, de nombreux faits relatifs aux animaux à activité sexuelle périodique viennent infirmer *a priori* cette manière de voir : cette activité périodique est visiblement liée à une évolution périodique des glandes sexuelles.

Ainsi, chez le moineau domestique (*Passer domesticus*), l'activité sexuelle n'existe que pendant la belle saison. On observe que la grosseur du testicule est, en hiver, celle d'une tête d'épingle : les instincts sexuels sont alors nuls ; au printemps, la glande augmente et atteint la grosseur d'un pois ; c'est alors que commence l'époque des amours.

LOISEL signale une évolution semblable chez *Foudi madagascariensis* : les variations du testicule et celles de l'instinct sexuel sont corrélatives.

Nous avons observé des faits analogues chez le faisan argenté (*Euplocomus nycthemerus*) et le faisan doré (*Thaumalea picta*). En hiver, les instincts sexuels sont abolis dans ces deux espèces : le testicule est alors beaucoup plus petit qu'en été, où la vie sexuelle bat son plein : chez *Th. picta*, le rapport linéaire des glandes est de 1 à 4, ce qui correspond à un rapport pondéral de 1 à 64.

En définitive, il y a parallélisme entre l'activité sexuelle et le développement pondéral du testicule chez les animaux à instincts

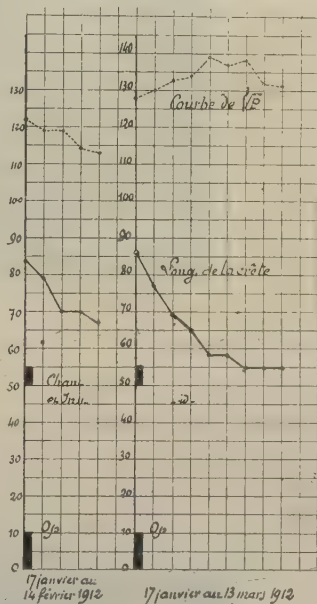


Fig. 22. — Castration postpubérale : graphiques relatifs aux castrats nos 11 et 12 : remarquable diminution de la crête.

génitaux périodiques. Cette corrélation fait prévoir que l'activité sexuelle et les caractères sexuels secondaires qui l'accom-



Fig. 23. — Photographie du n° 12 (prise la veille de l'opération). Crête développée.

pagnent sont sous la dépendance *immédiate* de l'harmozone testiculaire.

On pourrait objecter, il est vrai, qu'il existe, entre l'évolution



Fig. 24. -- Photographie du n° 12 (prise sept semaines après l'opération) : Atrophie remarquable de la crête ; le plumage est resté celui d'un mâle.

des glandes génitales et l'évolution des caractères sexuels, un simple parallélisme et non un rapport de cause à effet : pour trancher définitivement la question, il est nécessaire de pratiquer la *castration*, non plus chez des jeunes, mais *chez des mâles en maturité sexuelle* : si les caractères conditionnés par le testicule ont besoin d'un stimulus incessant, ils ne peuvent manquer de régresser ou même de disparaître en l'absence de cette glande.

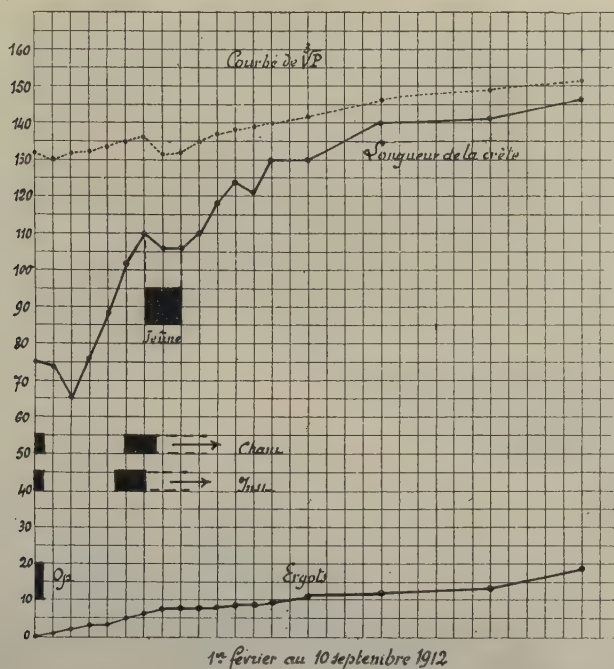


Fig. 25. — Graphique du n° 13 : la crête, après avoir diminué, reprend son développement, et atteint une longueur exagérée.

A cela ne se borne pas l'intérêt des expériences de castration postpubérale. En observant fréquemment les animaux opérés, il est possible de discerner l'allure même de la régression qui ne peut manquer de se traduire par une courbe régulière. De l'analyse même de la courbe, on pourra déduire l'action quantitative de l'harmozone testiculaire. La question offre donc un double point de vue, *dynamique* et *cinématique* ; nous allons l'envisager dans cet ordre, après quelques mots d'histoire.

II. Historique. — A l'encontre de la castration prépubérale, la castration postpubérale a été peu pratiquée dans une intention systématique. En revanche, les médecins et les vétérinaires y ont souvent recours pour enlever des testicules malades ; enfin elle peut se produire d'une façon accidentelle.

1° *Homme.* — Chez l'homme castré longtemps après la



Fig. 26. — Photographie du n° 13 (prise en octobre 1912). Crête et plumage très développés.

puberté, l'aspect physique extérieur change peu : les formes restent masculines, mais il y a tendance légère à évoluer vers le féminisme ; l'épiderme devient plus pâle et les poils se raréfient à la poitrine, au pubis et aux aisselles ; la barbe diminue ou tombe ; la voix change un peu et devient plus rauque, sans ressembler toutefois à celle d'un eunuque ; parfois les mamelles se développent. LEREBoullet, cependant, a décrit un cas de

féménisation externe complète chez un jeune homme âgé de 27 ans, ayant subi une atrophie du testicule à la suite de syphilis : féménisation caractérisée par chute de la barbe, voix de femme, formes arrondies, seins volumineux ; de plus abolition totale des instincts sexuels mâles.

L'action de la castration sur la prostate semble plus générale : différents auteurs ont établi que cet organe subit une atrophie consécutive à l'ablation des glandes génitales.

Enfin, si les castrats perdent souvent leurs instincts sexuels ce n'est pas une règle absolue : plusieurs auteurs, A. RICHET, GOLDWIN ont publié des observations relatives à des individus qui, après avoir subi la castration complète, ont conservé néanmoins des appétits sexuels. A vrai dire, il y a lieu de tenir compte, chez l'homme, de l'influence exercée dans les phénomènes sexuels, par le système nerveux central : selon E. GLEY, il s'établit entre le cerveau et la glande sexuelle, une harmonie assurant le développement normal de la fonction.

2° *Animaux*. — Chez les animaux, les observations sont moins nombreuses. Les expériences de RÖRIG sur le cerf, signalées antérieurement, montrent que la castration peut influencer le développement ultérieur des bois.

MARSHALL, expérimentant sur le bélier, a établi que le stimulus assurant le développement des cornes provient du testicule, et, en outre, que ce stimulus est essentiel pour la continuation de la croissance : les cornes cessent de croître, à quelque moment que l'on enlève la glande génitale.

Chez les Oiseaux, POLL a entrepris, sur les Coqs, des expériences de castration postpubérale ; il constate une diminution de la crête et des barbillons. Nous les ignorions au moment où nous avons fait nos recherches ; non seulement, nous avons vérifié les conclusions de POLL, mais nous avons pu, en outre, élucider la marche même du phénomène consécutif à l'opération et en dégager les lois numériques.

III. Expériences personnelles. — Nos expériences ont porté sur trois séries de coqs : les uns ont été castrés à la puberté, au moment où vient de s'achever la métamorphose sexuelle, les autres l'ont été à un âge plus avancé. Dans un cas de castration incomplète, nous avons parachevé après coup l'opération et

fait l'ablation du reste testiculaire. Enfin, pour échapper à toute critique possible, nous avons, sur trois sujets, recherché si d'autres causes : traumatisme opératoire, jeûne, maladie infectieuse,



Fig. 27. — Nodule de régénération du n° 13.

ne seraient pas de nature à entraîner les mêmes conséquences que la castration postpubérale.

L'ablation a été faite par le procédé américain ; elle est plus difficile, en raison même du développement et de la vascularisation du testicule ; nous avons eu plusieurs échecs.

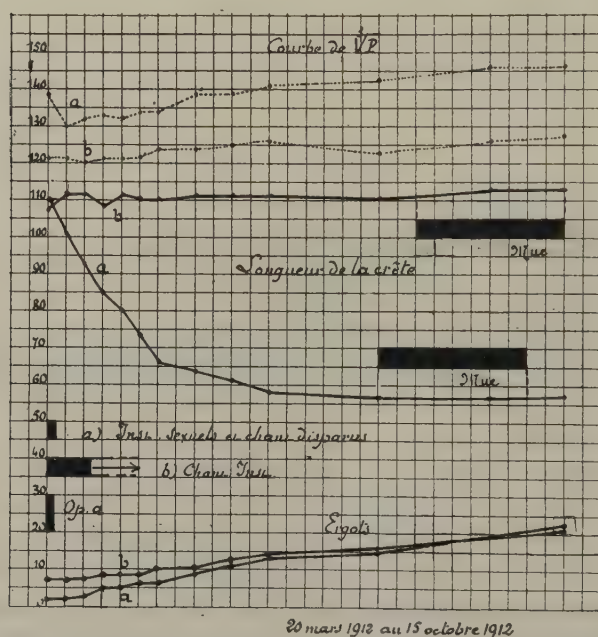


Fig 28. — Graphique du castrat n° 14 (noté a) et du coq témoin n° 15 (noté b) : la crête diminue rapidement chez le castrat ; elle reste constante chez le témoin ; le développement des ergots n'est pas modifié par la castration.

1^{re} SÉRIE. — Trois coqs de même âge, soumis tous trois à la castration.

N° 11. — Coq de 6 mois environ, possédant les attributs extérieurs mâles. Crête et barbillons sanglants. Camail, lancettes et faucilles développés. Instincts sexuels. Chant.

Opéré le 18 janvier 1912. — Testicules développés : 15mm×8mm.

(Voir graph. fig. 22).

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\sqrt[3]{P}$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
18 janvier	1.830	122	84.41	47.30	sanglant	dév.	dév.	dév.	0	0	0
25 »	1.723	119	79.32	38.36	farineux	»	»	»	0	0	0
31 »	1.712	118,7	70.36	36.36	»	»	»	»	0	0	0
7 février.	1.509	114,7	70.34	34.36	»	»	»	»	0	0	0
14 »	1.440	112,8	67.30	29.30	»	»	»	»	0	0	0

L'animal meurt le 18 février dans un état cachectique bien caractérisé accompagné de paralysie du train postérieur.
A l'autopsie, aucune trace de tissu testiculaire. — Cavité générale remplie d'un liquide louche et toxique. — Foie en mauvais état.

N° 12. — Coq de 6 mois environ, possédant les attributs du mâle au même degré que le précédent. (Voir phot. fig. 23).

Opéré le 18 janvier 1912. — Testicules développés et adultes : 25mm×12mm.

(Voir graph. fig. 22)

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\sqrt[3]{P}$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
18 janvier	2.090	126,9	86.45	42.58	sanglant	dév.	dév.	dév.	0	0	0
25 »	2.199	130,0	78.46	40.45	»	»	»	»	0	0	0
31 »	2.389	133,7	69.40	35.45	pâle	»	»	»	0	0	0
7 février.	2.427	134,4	65.34	30.45	farineux	»	»	»	0	0	0
14 »	2.680	139,0	59.28	33.39	»	»	»	»	0	0	0
21 »	2.577	137,1	58.27	33.39	»	»	»	»	1	0	0
28 »	2.603	137,6	55.26	28.31	»	»	»	»	1	0	0
6 mars	2.316	132,5	55.26	28.31	»	»	»	»	1	0	0
13 »	2.200	129,4	55.26	28.31	»	»	»	»	1	0	0

Photographié le 28 février (fig. 24).
L'animal est autopsié le 13 mars — Aucune trace de glande génitale.

N° 13. — Coq de 6 mois 1/2 environ, possédant les caractères mâles (parure, chant et instincts).

Opéré le 1^{er} février 1912. — Testicules bien développés. — (L'ablation des testicules nous paraît complète).

(Voir graph. fig. 25)

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergols	Instincts		
	En gr.	$\frac{3}{\sqrt{P}}$	Crête	Barbillons	Aspect	Carnail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle	Ardeur combative
1 ^{er} février	2.272	131,5	75.47	30 31	sanglant	Plum. de coq			0	Ch.	dév.	dév.
7 »	2.218	130,4	74.36	29 31	farineux	» » »			1	0	0	0
14 »	2.314	132,3	65.41	28.29	id.	» » »			2	0	0	0
21 »	2.326	132,5	76.46	33.35	sanglant	» » »			3	0	0	0
28 »	2.402	133,9	88.50	40.50	»	» » »			3	0	0	0
6 mars	2.480	135,3	102.58	50.55	»	» » »			5	0	dév.	dév.
13 »	2.535	136,3	110.65	50.62	»	» » »			6	Ch.	»	»
20 »	2.290	131,8	106.69	50.53	»	» » »			7	»	»	»
27 »	2.317	132,3	106.70	50.53	»	» » »			7	»	»	»
3 avril	2.433	134,5	106.66	45.55	»	» » »			7	»	»	»
10 »	2.568	136,9	117.69	57.64	»	» » »			7	»	»	»
17 »	2.626	138,0	124.71	60.70	»	» » »			8	»	»	»
24 »	2.698	139,2	122.74	60.80	»	» » »			8	»	»	»
30 »	2.701	139,3	130.79	60.75	»	» » »			9	»	»	»
15 mai	2.832	141,5	130.79	60.75	»	» » »			11	»	»	»
29 »	2.984	144,0	»	»	»	» » »			»	»	»	»
15 juin	3.101	145,8	140.85	67.84	»	» » »			12	»	»	»
1 ^{er} août	3.284	148,6	141.86	69.86	»	Mue			13	»	»	»
15 septemb.	3.433	150,9	147.87	71.100	»	» » »			»	»	»	»
15 octobre	3.274	148,5	145.98	75.92	»	Mue achevée			19	»	»	»

L'animal (fig. 26) est sacrifié le 15 octobre 1912. — A l'autopsie, nous constatons la présence d'un nodule testiculaire de régénération (fig. 27) : ce nodule est situé à gauche, son poids est d'environ 2 gr. ; aucune trace de nodule à droite ; le nodule est constitué par une enveloppe conjonctive épaisse à l'intérieur de laquelle sont renfermés des tubes séminifères plus ou moins normaux. Quelques-uns présentent toutes les cellules de la lignée séminale avec spermatozoïdes dans la lumière du tube ; toutefois l'épithélium séminal est plus épais que dans les conditions habituelles — Plusieurs tubes sont complètement remplis par des cellules de l'épithélium séminal, au milieu duquel on distingue nettement des spermatozoïdes en régression. — Pas de cellules interstitielles entre les canaux séminifères, qui sont accolés les uns aux autres.

2^e SÉRIE. — Deux coqs adultes, l'un d'eux est castré.

N^o 14. — Coq de race Dorking, âgé d'un an environ. — Caractères sexuels en plein épanouissement : crête et barbillons sanglants ; plumage de mâle ; ergots sortis. Instincts sexuels développés.

L'animal est castré le 20 mars 1912. — Les testicules sont très développés, le poids des deux organes ensemble est de 42 gr. : l'opération provoque une hémorragie abondante, dont les suites ne durent pas.

(Voir graph. fig. 28 ; voir aussi photographies fig. 29 et 30)

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\frac{3}{4}$ p	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
20 mars . . .	2.574	137	110.68	50.69	sanglant	dév.	dév.	dév.	2	Ch.	dév.
23 " . . .	2.298	131	103.66	—	violacé	"	"	"	2	0	0
27 " . . .	2.185	129	101.67	48.58	farineux	"	"	"	2	"	"
30 " . . .	2.281	131,5	100.66	—	"	"	"	"	2	"	"
3 avril . . .	2.322	132	94.62	41.45	"	"	"	"	3	"	"
6 " . . .	2.377	135,5	90.58	—	"	"	"	"	4	"	"
10 " . . .	2.357	133	85.54	34.42	"	"	"	"	5	"	"
14 " . . .	2.329	133	82.52	—	"	"	"	"	5	"	"
17 " . . .	2.329	132	80.50	32.40	"	"	"	"	5	"	"
24 " . . .	2.380	133,5	74.45	25.39	"	"	"	"	6	"	"
30 " . . .	2.411	134	66.35	28.36	"	"	"	"	6	"	"
15 mai . . .	2.612	138	64.28	28.33	"	"	"	"	9	"	"
29 " . . .	2.675	139	60.27	28.30	"	"	"	"	11	"	"
15 juin . . .	2.844	141	58.22	34.30	"	"	"	"	13	"	"
1 ^{er} août . . .	2.923	143	57.22	27.26	"	Mue complète	id.		16	"	"
15 septemb..	3.112	146	57.22	27.26	"	id.			"	"	"
15 octobre .	3.102	146	57.22	27.26	"	Fin de mue			23	"	"

L'animal est sacrifié le 15 octobre 1912.
A l'autopsie, nous constatons l'absence complète de testicule.
Foie : 35 gr. Adiposité exagérée : les viscères sont conservés comme pièces de démonstration.

N° 15. — Coq conservé comme témoin. — Même âge que le précédent et même état sexuel. — Cet animal est soumis, le 13 mars, à un traumatisme opératoire analogue à une castration, mais sans ablation des testicules qui sont simplement lésés à l'aide de la pince. La guérison de l'animal est assez rapide.

(Voir graph. fig. 28)

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergols	Instincts	
	Engr.	$\sqrt[3]{P}$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
13 mars . .	1.865	123,3	110.65	54.61	sanglant	Développés			6	ch.	dév.
20 » . .	1.709	121,7	108.62	52.53	violacé	»	»	»	7	0	0
27 » . .	1.765	121,0	110.63	55.62	sanglant	»	»	»	7	»	»
3 avril. .	1.744	120,3	111.59	47.51	»	»	»	»	7	»	»
10 » . .	1.774	121,2	109.63	50.59	»	»	»	»	8	»	»
17 » . .	1.787	121,5	111.70	57.60	»	»	»	»	8	»	»
24 » . .	1.830	122,1	110.68	50.61	»	»	»	»	8	»	»
30 » . .	1.850	123,0	110.70	57.66	»	»	»	»	9	ch.	dév.
15 mai . .	1.932	124,3	112.66	57.66	»	»	»	»	10	»	»
29 » . .	2.005	125,0	112.62	57.66	»	»	»	»	12	»	»
15 juin. .	2.066	126,0	112.62	49.70	»	»	»	»	13	»	»
1 ^{er} août .	1.905	123,8	111.63	49.70	»	En mue			17	»	»
15 septemb.	2.263	131,2	114.63	50.71	»	»	»	»	—	»	»
15 octobre .	2.337	132,6	113.64	55.70	»	Fin de mue			21	»	»

A l'autopsie, testicules en place ; leur poids total est de 20 gr.
Foie : 38 gr. Adiposité nulle.



Fig. 29. — Aspects successifs de la tête du coq n° 14.

- a) Au moment de l'opération.
- b) 15 avril 1912.
- c) 25 avril 1912.
- d) 8 août 1912.

Diminution et changement de coloration.

3^e SÉRIE. — Trois coqs de race Faverolles.

Nés le 1^{er} juillet 1913, élevés à la Station Physiologique. Subissent leur évolution sexuelle en octobre et novembre. L'un est castré incomplètement le 13 octobre 1913 et ne subit ultérieurement aucune nouvelle opération; le deuxième est castré incomplètement le même jour et l'opération est complétée le 26 février 1914; le troisième est castré complètement le 9 décembre 1913.

N° 16. — Coq Faverolles né le 1^{er} juillet 1913.

Castré incomplètement le 13 octobre.

Conservé comme témoin à évolution mâle simplement retardée.

(Voir graph. fig. 31)

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\sqrt[3]{p}$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
13 octobre . . .	1.160	105,2	50.24	non mesurés	rouge	0	0	0	0	0	0
23 octobre . . .	1.230	107,3	45.18		farineux	»	»	»	0	0	0
6 novemb. . . .	1.510	114,6	40.22		»	»	»	»	1	0	0
28 novemb. . . .	1.983	125,6	50.24		»	»	»	»	2	0	0
11 décembre . .	2.195	128,9	55.28		»	»	»	»	2	0	0
25 décembre . .	2.346	132,9	62.33		»	»	»	»	3	0	0
15 janvier . . .	2.705	139,3	68.37		»	»	»	»	5	0	0
29 janvier . . .	2.870	142,0	73.42		»	»	»	»	8	0	0
12 février . . .	2.998	144,3	75.42		»	»	»	»	10	0	0
12 mars	2.818	141,2	85.40		»	»	»	»	10	0	0
8 avril	2.796	140,8	86.40		»	»	»	»	11	0	0
7 mai	2.859	141,8	90.46		»	»	»	»	14	0	0
4 juin	2.740	139,9	102.50		»	»	»	»	17	0	0
2 juillet	2.704	139,3	104.60		»	»	»	»	17	0	0

L'animal a été conservé pendant les trois années suivantes à la Station Physiologique. — Le 28 juillet 1917, ses caractéristiques sont les suivantes :

Poids. 3.800 gr. Crête. 114.54. Sanglante. Ergots. 44. Instincts sexuels et chant. Complète

N° 17. — Coq Faverolles. Né le 1^{er} juillet 1913, Castré tout d'abord le 13 octobre, il subit néanmoins sa métamorphose sexuelle en novembre. Ce fait laisse supposer la présence de restes testiculaires fonctionnels. — Afin de nous en assurer, nous procédons à une vérification : nous constatons la présence de deux nodules de la grosseur d'une noisette. Ces nodules sont extirpés le 26 février 1914.

(Voir graph. fig. 32)

Date	Poids		Organes érectiles		Plumage			Ergols	Instincts		
	Engr.	P	Crête	Aspect	Canail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle	Ardeur combative
13 octobre .	1.022	100,7	35.14	sanglant	0	0	0	0	0	0	0
23 octobre .	1.185	105,9	30.13	farineux	»	»	»	0	»	»	»
6 novemb.	1.449	113,1	35.19	»	»	»	»	1	»	»	»
28 novemb.	1.935	124,7	45.20	rougit	»	»	»	2	»	»	»
11 décembre	1.945	124,8	47.25	»	»	»	»	4	»	»	»
25 décembre	2.175	129,6	56.35	sanglant	»	»	»	5	»	»	»
15 janvier .	2.461	135,1	72.40	»	»	»	»	7	»	»	»
29 janvier .	2.607	137,6	80.48	»	»	»	»	8	»	»	»
12 février .	2.638	138,2	80.54	»	»	»	»	9	»	»	»
26 février .	2.568	137,1	88.52	»	»	»	»	10	»	»	»
12 mars . .	2.438	134,6	69.40	farineux	»	»	»	11	»	»	»
9 avril . .	2.503	135,8	58.28	»	»	»	»	12	»	»	»
7 mai . . .	2.541	136,6	57.25	»	»	»	»	13	»	»	»
4 juin . . .	2.557	136,8	55.27	»	»	»	»	16	»	»	»
2 juillet . .	2.562	136,9	54.25	»	»	»	»		»	»	»

L'animal a été conservé, pendant les trois années suivantes, à la Station Physiologique. Le 28 juillet 1917, ses caractéristiques sont les suivantes :

Poids.	Crête.	Ergols.	Instincts sexuels et chant.
3.510 gr.	65.28, farineuse	55 ^{mm}	Nuls.

N° 48. — Coq Faverolles. Né le 1^{er} juillet 1913. Evolution sexuelle en octobre et novembre 1913.

Castré le 9 décembre 1913. — Testicules développés : poids total : 12 gr.

(Voir graph. fig. 33)

Date	Poids		Organes érectiles		Plumage			Ergots	Instincts		
	En gr.	$\frac{g}{a}$	Crête	Aspect	Canail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle	Ardeur combative
13 octobre .	1 140	104,5	35.14	rouge	0	0	0	0	0	0	0
23 octobre .	1 229	107,2	50.25	rouge	0	0	0	0	0	0	0
6 novemb..	1 540	112,9	58.30	sanglant	—	0	0	2	0	0	0
28 novemb..	2.013	126,3	67.35	»	»	—	—	2	ch.	dév.	dév
9 décembre	—	—	70.35	»	»	—	—	2	»	»	»
11 décembre	1.957	125,0	60.35	pâlit	»	»	»	2	Inst.	et ch.	abolis
25 décembre	2.197	130,0	50.30	farineux	»	»	»	2	»	»	»
15 janvier .	2.415	134,2	45.30	»	»	»	»	3	»	»	»
29 janvier .	2.575	137,1	45.25	»	»	»	»	4	»	»	»
12 février..	2.598	137,5	47.23	»	»	»	»	5	»	»	»
12 mars . .	2.621	137,9	55.26	»	»	»	»	6	»	»	»
9 avril . . .	2.556	136,8	55.26	»	»	»	»	10	»	»	»
7 mai . . .	2.635	138,1	55.25	»	»	»	»	12	»	»	»
4 juin . . .	2.550	136,7	58.27	»	»	»	»	15	»	»	»
2 juillet . .	2.556	136,7	58.30	»	»	»	»	15	»	»	»

L'animal a été conservé pendant les trois années suivantes à la Station Physiologique. Le 28 juillet 1917, ses caractéristiques sont les suivantes :

Poids.	Crête.	Ergots.	Instincts sexuels et chant.
3.590 gr.	50.21	46	Nuls



Fig. 30. — Photographie du n° 44 (prise le 3 octobre 1912) : tête de castrat : plumage mâle.

IV. Discussion. — La castration postpubérale retentit d'une façon variée sur les différents caractères sexuels secondaires. Envisageons-les successivement : plumage, ergots, instincts sexuels dans toutes leurs manifestations, enfin organes érectiles.

1° Plumage. — *Le plumage n'est nullement influencé par la castration postpubérale.* Il conserve ses caractères mâles et, lors des mues qui suivent (fig. 34), le nouveau plumage apparaît avec les mêmes caractéristiques, quant au camail, aux lancettes et aux faucilles. Le fait est bien visible chez l'animal n° 14

qui a été photographié après la mue de 1912 (fig. 30) : les faucilles notamment sont bien apparentes.

2° Ergots. — *Les ergots ne sont pas modifiés davantage :* leur croissance se poursuit, malgré l'absence de glandes génitales, avec la même vitesse moyenne. Sans doute, il ne faut pas y voir un mouvement uniforme, au sens absolu du terme : il semble que l'allongement se fasse plutôt par bonds ; mais en répartissant les mesures sur un laps de temps suffisant, nous retrouvons, dans tous les

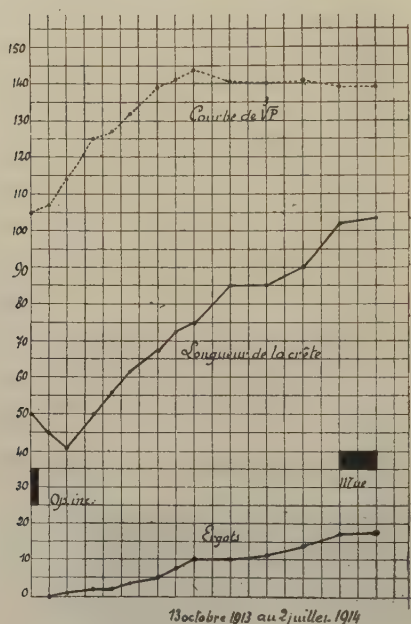


Fig. 31. — Graphique du n° 16.

cas, le nombre habituel, c'est-à-dire 18 millimètres par mois environ.

3° Instincts sexuels. — Il n'y a aucune différence, au point de vue sexuel, entre les présents castrats et ceux que nous avons étudiés précédemment. Comme la castration prépubérale, la castration postpubérale fait, du coq, un chapon : la seule différence est qu'ici *les instincts sexuels sont abolis*, tandis que chez les animaux qui sont castrés avant puberté, les instincts sexuels ne se sont pas développés.

Les chapons en question sont des animaux un peu lourds, moins actifs que leurs congénères entiers. Ils ne chantent plus ; *ils ne poussent pas même le cri enroué* du coquelet. Les coqs entiers ne leur cherchent pas querelle ; les castrats se contenteraient d'ailleurs de fuir craintivement ; d'autre part, ils sont indifférents vis-à-vis des poules et ne manifestent aucune ardeur sexuelle.

La disparition de l'ardeur sexuelle suit immédiatement l'ablation des glandes génitales. Sans doute, dès les premiers jours, cette disparition pouvait être imputée au traumatisme opératoire ; en fait, chez le n° 13 et le n° 15, qui ont été soumis à un simulacre de castration, nous avons constaté l'abolition des instincts sexuels ; mais, elle a été temporaire alors que la neutralité a toujours été définitive chez les castrats.

Du reste, le traumatisme opératoire peut n'être pas suivi de la disparition momentanée de l'instinct sexuel ; nous avons

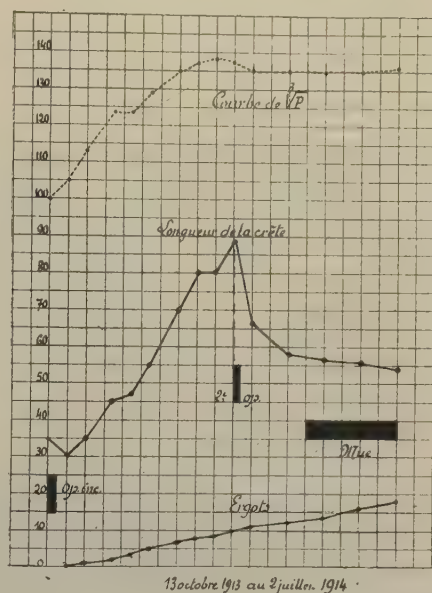


Fig. 32. — Graphique du n° 17.

pu nous en convaincre à l'occasion d'un essai de technique en mars 1912 : un coq adulte et particulièrement vigoureux est couché sur la table d'opération et anesthésié à l'éther ; une incision est pratiquée dans la région postérieure du corps, en arrière des os iliaques ; par cette incision, l'un des testicules est enlevé, l'autre est déchiré accidentellement et une hémorragie intense se produit, rendant impossible l'achèvement de l'opération. L'incision est alors suturée et l'animal est remis en cage ; à peine libre, il manifeste son instinct sexuel par un acte positif et se met à chanter : la guérison suit rapidement, sans interruption de l'ardeur sexuelle.

4° *Organes érectiles*. — La régression de la crête et d'une façon générale des organes érectiles (barbillons, oreillons et joues) n'est pas moins remarquable que la suppression de l'instinct

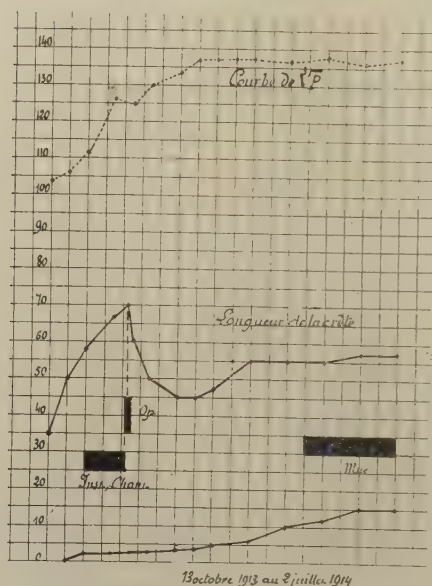


Fig. 33. — Graphique du n° 48.

les modifications de la crête en raison de la forme plus nette de cet organe.

Le changement de coloration est progressif : on voit la tonalité diminuer ; de rouge vif, la crête devient simplement rouge, puis elle pâlit peu à peu, comme si elle se vidait de sang. En même temps, la desquamation superficielle paraît plus intense et produit, à la surface, une poussière de pellicules épidermiques à aspect farineux.

Quant au changement de volume, il se produit d'une façon assez irrégulière ; arrondie au début ou plus ou moins rectangulaire, la crête s'amincit d'abord vers l'avant, ce qui lui donne un contour triangulaire ; finalement, la diminution gagne le bord postérieur et la crête reprend, mais en réduction, sa forme normale.

sexuel. En quelques semaines, ces excroissances rutilantes ont perdu toutes leurs caractéristiques masculines (fig. 29) et devenues telles que nous les avons observées chez les castrats des séries précédentes, c'est-à-dire petites, exsangues, farineuses. Cette régression suit immédiatement l'opération : le lendemain même, on commence à en apprécier la valeur et, dès les jours suivants, la physionomie du sujet est déjà toute transformée.

Nos observations ont porté principalement sur

V. Expériences comparatives. — *Faut-il attribuer cette diminution à l'absence des glandes génitales?*

Pour lever toute incertitude à cet égard et pour rechercher si d'autres causes perturbatrices peuvent provoquer une modification du même genre, nous avons provoqué séparément les phénomènes susceptibles d'accompagner la castration, c'est-à-dire :

- a) *diminution de poids ;*
- b) *traumatisme banal ;*
- c) *infection occasionnelle.*

Nous étions d'autant plus invité à faire cette analyse que



Fig. 34. — Photographie du n° 17 pendant une mue (mai 1914).

chez les Cervidés, une blessure de la patte provoque des troubles dans la croissance des bois (RÖRIG).

A. Le jeûne produit-il une modification de la crête ?

L'animal n° 13 est isolé et ne reçoit aucune nourriture du 16 au 26 mars 1912. Le poids est déterminé le matin à 9 heures.

Date	Poids	Dimensions de la crête	Etat de la crête
16 mars.	2.535	110.65	Sanglant, érectile
17 »	2.482	»	id.
18 »	2.401	106.65	Pâlit un peu
19 »	2.341	106.65	»
20 »	2.290	106.69	»
21 »	2.240	106.69	»
22 »	2.202	106.69	»
23 »	2.163	106.69	Diminution de turgescence
24 »	2.110	106.69	Devient flasque
25 »	2.072	107.70	Crêtilons violacés. Asphyxie
26 »	2.372	107.70	id.
27 »	2.317	107.69	Redevient sanglant
28 »	2.349	107.69	»
29 »	2.376	106.68	Normal
30 »	2.389	106.68	»
31 »	»	»	»
1 ^{er} avril.	2.387	106.65	»
2 »	2.381	106.65	»
3 »	2.433	111.66	»
4 »	2.439	111.66	»
5 »	2.576	111.66	»
6 »	2.583	111.66	»
7 »	2.602	111.66	»
8 »	2.617	111.66	»
9 »	2.612	113.66	»

Conclusion. — La chute de poids n'a pas influencé les dimensions de la crête de la même façon que la castration postpubérale. Sans doute, il y a eu au début une légère diminution (fig. 35), mais celle-ci ne s'est pas poursuivie, à l'inverse de ce que nous constatons dans les expériences de castration. D'autre part, il y a eu changement d'aspect, mais il ne s'est pas manifesté dans le même sens et il n'a pas la même signification : la crête devient flasque ; sa couleur passe du rouge au violacé, ce qui est l'indice d'un état physiologique mauvais.

B. La crête peut-elle être modifiée par une cause infectieuse banale ?

Une expérience est nécessaire pour trancher la question que pose l'état pathologique de l'animal n° 11. Dans ce cas spécial, la diminution rapide de la crête coïncide avec une infection grave ; l'animal meurt au bout de quelques semaines dans un état de cachexie bien caractérisé : la cavité abdominale est remplie d'un liquide trouble et probablement infectieux. Quelques centimètres cubes de ce liquide sont prélevés et injectés.

le 12 mars 1912, à un sujet sain et vigoureux, en maturité sexuelle (voir 1^{er} tableau p. 72).

Conclusion. — Nous avons bien provoqué une diminution de poids (fig. 33) : cette diminution n'a pas été suivie d'une régression parallèle de la crête qui a conservé et sa dimension et son aspect.

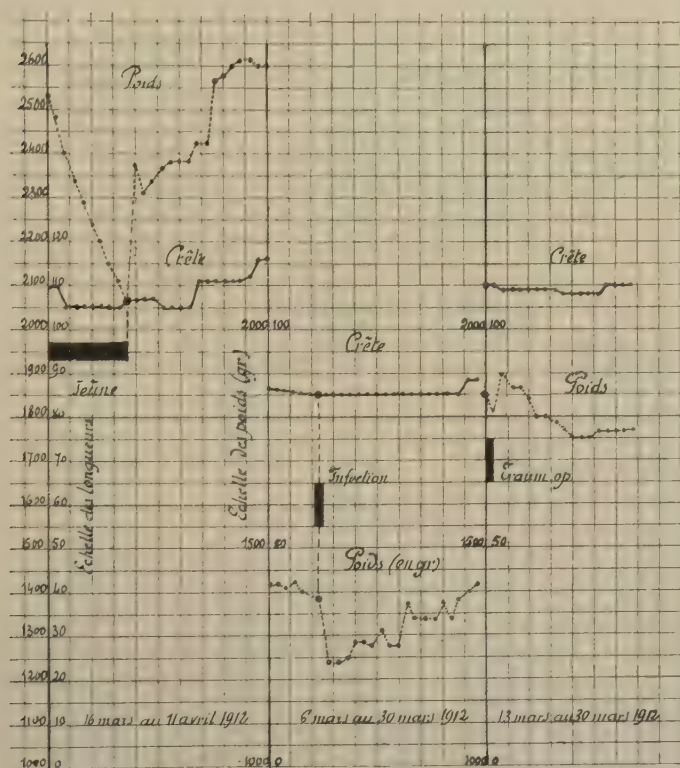


Fig. 35. — Graphique relatif à l'influence du jeûne (à g.) d'une infection (au milieu), d'un traumatisme (à d.), sur le développement de la crête. Cette influence est à peu près nulle.

C. Un traumatisme opératoire, comparable à celui que nécessite toute castration, est-il susceptible de provoquer, même temporairement, une régression des organes érectiles ?

Pour en juger, nous soumettons, le 13 mars 1912, un coq vigoureux à un simulacre de castration : incision abdominale, torsion des testicules à l'aide de la pince à mors fenêtré : les testicules sont laissés en place : production d'une abondante hémorragie (voir 2^e tableau p. 72).

Date	Poids	Dimensions de la crête	Aspect
6 mars . . .	1.426	86.51	Crête sanglante
12 mars (Inj.)	1.380	86.51	»
13 » . . .	1.240	86.50	»
14 » . . .	1.241	85.48	»
15 » . . .	1.252	85.48	»
16 » . . .	1.280	85.48	»
17 » . . .	»	»	»
18 » . . .	1.270	85.46	»
19 » . . .	1.314	85.46	»
20 » . . .	1.277	85.46	»
21 » . . .	1.271	85.46	»
22 » . . .	1.374	85.46	»
23 » . . .	1.345	85.46	»
24 » . . .	1.345	85.46	»
25 » . . .	1.345	85.46	»
26 » . . .	1.373	85.48	»
27 » . . .	1.349	85.48	»
28 » . . .	1.383	85.48	»
29 » . . .	1.406	88.49	»
30 » . . .	1.422	88.49	»

Date	Poids	Dimensions de la crête	Aspect
13 mars . . .	1.865	110.65	Sanglant
14 » . . .	1.822	109.63	id.
15 » . . .	1.799	109.63	Crêtilons violacés
16 » . . .	»	109.63	id.
17 » . . .	»	109.63	id.
18 » . . .	»	109.62	id.
19 » . . .	»	109.62	id.
20 » . . .	»	109.62	En voie de guérison
21 » . . .	1.783	109.62	id.
22 » . . .	1.761	108.62	id.
23 » . . .	1.757	108.62	id.
24 » . . .	»	»	id.
25 » . . .	1.757	108.62	Aspect normal
26 » . . .	1.769	108.62	id.
27 » . . .	1.765	110.63	id.
28 » . . .	1.765	110.63	id.
29 » . . .	1.764	110.65	id.
30 » . . .	1.765	110.65	id.
31 » . . .	»	110.65	id.

Conclusion. — Le traumatisme a sans doute amené une légère diminution de la crête (fig. 35), mais cette diminution n'est nullement comparable à celle qu'a produite la castration postpubérale (2 mm. seulement au lieu de quelques centimètres). De plus, l'organe ne présente pas le même aspect : ce sont

encore les phénomènes asphyxiques qui amènent un changement de coloration des crétillons ; ceux-ci sont violacés après quelques jours, mais ne manifestent aucune tendance à devenir farineux : il faut y voir une conséquence d'une respiration difficile, occasionnée par la déchirure des sacs aériens abdominaux.

VI. Loi numérique de la régression de la crête. — 1° *Formule parabolique.* — Dans les observations relatives à la castration postpubérale, comptons le temps en semaines, à partir de l'opération ; indiquons les longueurs successives de la crête, la diminution durant la semaine écoulée et la diminution totale depuis le début de la régression.

	Durée	Longueur de la crête	Différences successives	Différences totalisées	
N° 11. —	0	84	»	»	} Régression : 17 mm. Durée : 4 sem.
	1	79	5	5	
	2	70	9	14	
	3	70	0	14	
	4	67	3	17	
N° 12. —	0	86	»	»	} Régression : 31 mm. Durée : 6 sem.
	1	78	8	8	
	2	69	9	17	
	3	65	4	21	
	4	59	6	27	
	5	58	1	28	
	6	55	3	31	
N° 14. —	0	110	»	»	} Régression : 52 mm. Durée : 12 sem.
	1	101	9	9	
	2	94	7	16	
	3	85	9	25	
	4	80	5	30	
	5	74	6	36	
	6	66	8	44	
	8	64	2	46	
	10	60	4	50	
	12	58	2	52	

	Durée	Longueur de la crête	Différences successives	Différences totalisées	
N° 17. —	0	88	»	»	} Régression : 31 mm. Durée : 8 sem.
	1	78	10	10	
	2	69	9	19	
	3	63	6	25	
	4	61	2	27	
	5	59	2	29	
	6	58	1	30	
	10	57	»	31	
N° 18. —	0 jours	70	»	»	} Régression : 25 mm. Durée : 5 sem.
	2 »	60	10	10	
	16 »	50	10	20	
	37 »	45	5	25	
	51 »	45	0	25	

Laissons de côté, pour le moment, les tableaux n^{os} 11 et 18 qui présentent des anomalies, et comparons les tableaux 12, 14 et 17. Nous constatons que la régression de la crête n'a pas une durée illimitée ; de plus, elle n'est pas uniforme : maximum au début, la valeur hebdomadaire de la régression diminue et finit par s'annuler : la crête est alors neutre.

La régularité même des nombres, celle des courbes qui les traduisent d'une façon apparente, font songer à une loi quantitative simple, en fonction du temps. La formule algébrique qui nous semble le plus d'accord avec les faits est l'expression parabolique

$$L = l + \frac{1}{2} c(\theta - t)^2$$

L étant la longueur de la crête au temps t (compté en semaines depuis la castration),

θ , la durée de la régression, exprimée en semaines,

l , la longueur de la crête, quand la régression est terminée,

c , une constante que l'on peut établir expérimentalement.

2° *Vérification.* — N° 12. — Régression : 31 mm. Durée : 6 sem.

$$l = 55. \quad c = 1,7$$

t	0	1	2	3	4	5	6
$\frac{1}{2} c(\theta - t)^2$	31	21	13,5	7,5	3,5	1	0

$l + \frac{1}{2} c(\theta - t)^2$	86	76	68,5	62,5	58,5	56	55
Longueur observée	86	78	69	65	59	58	55

N° 14. — Régression : 52 mm. $\theta = 12$ sem. $l = 58$. $c = 0,72$

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\frac{1}{2} c(\theta - t)^2$	52	43,5	36,0	29	23	17,6	13	9	5,7	3,2	1,5	0,4	0

$l + \frac{1}{2} c(\theta - t)^2$	110	101,5	94	87	81	75,6	71	67	63,7	61,2	59,5	58,4	58
Longueur observée	110	101	94	85	80	74	66	64	60	58			

N° 17. — Régression : 31 mm. $\theta = 7$ sem. $l = 57$. $c = 1,26$

t	0	1	2	3	4	5	6	7
$\frac{1}{2} c(\theta - t)^2$	31	22,7	15,7	10,0	5,7	2,5	0,6	0

$l + \frac{1}{2} c(\theta - t)^2$	88	79,7	72,7	67,0	62,7	59,5	57,6	57
Longueur observée	88	78	69	63	61	59	58	57

Sur le même graphique, traçons pour chaque cas, la courbe théorique (en pointillé) et la courbe fournie par l'observation (en trait continu). S'il y a coïncidence entre les deux courbes, la formule se trouvera vérifiée.

A cet égard, le tracé relatif au n° 14 (fig. 36) est très démonstratif, les points de la courbe vraie étant situés très près et de part et d'autre de la parabole théorique.

Par contre, la courbe vraie du n° 12 (fig. 37) est placée tout entière du même côté par rapport à la courbe calculée, et la coïncidence est moins remarquable. L'écart peut tenir à une indétermination relative à la fin de la régression, dont dépendent le nombre θ et la constante c . Faisons un nouveau calcul en prenant $\theta = 7$: dans ce cas, $c = 1,27$.

Les nombres théoriques sont alors :

86	77,7	70,7	65,1	60,6	57,5	55,6	55
----	------	------	------	------	------	------	----

ils conduisent à une parabole théorique qui coïncide mieux avec les points expérimentaux.

La même critique peut être faite au sujet du n° 17 (fig. 38). En admettant $\theta = 5$ et $l = 59$, on trouve pour C la valeur 2,3.

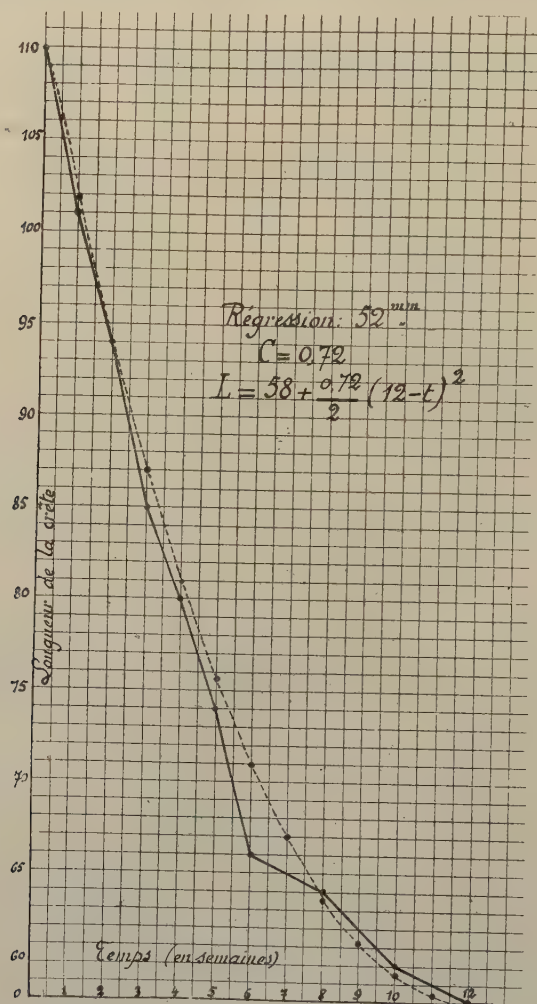


Fig. 36. — Courbe de régression de la crête chez le castrat n° 14.

Les nombres théoriques sont alors :

88 77,4 69,3 63,6 60,1 59

On obtient une coïncidence satisfaisante.

Nous admettons donc que la formule $L = l + \frac{1}{2} c (\theta - t)^2$

représente, d'une façon aussi exacte que possible, la variation linéaire de la crête, en fonction du temps, pendant la durée de

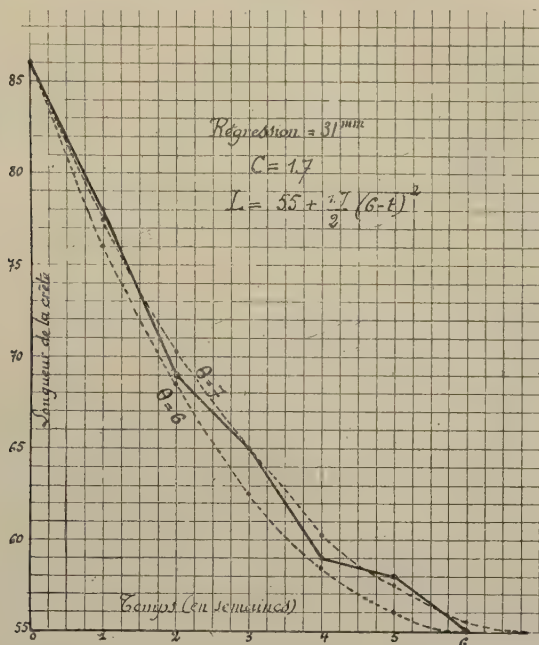


Fig. 37. — Courbe de régression de la crête chez le castrat n° 12. En abscisses, les temps; en ordonnées, les longueurs de la crête. La parabole théorique est tracée en pointillé.

la régression. La courbe correspondante est un segment de parabole tangente à l'horizontale.

3° *Extrapolation.* — La courbe résultant du tableau n° 11 finit en oblique (fig. 39). Cela s'explique par le fait que la mort de l'animal est survenue avant que la régression ait pris fin. Avec les cinq points connus, nous pouvons déterminer le tracé complet de la courbe. Trois d'entre eux suffisent d'ailleurs pour déterminer l , c et θ . Nous choisirons les points correspondant aux temps 0, 1 et 4 :

$$84 = l + \frac{1}{2} c \theta^2$$

$$79 = l + \frac{1}{2} c (\theta - 1)^2$$

$$67 = l + \frac{1}{2} c (\theta - 4)^2$$

De ce système de 3 équations à 3 inconnues, nous tirons :

$$l = 56,5$$

$$c = 0,5$$

$$\theta = 10,5$$

La valeur l trouvée dans ce cas est égale à celle qu'on a trouvée dans les autres sujets ; la durée calculée est un peu longue, mais vraisemblable.

Dans le cas du n° 18, nous n'avons pas suffisamment de points pour construire d'une façon instructive la courbe théorique. De

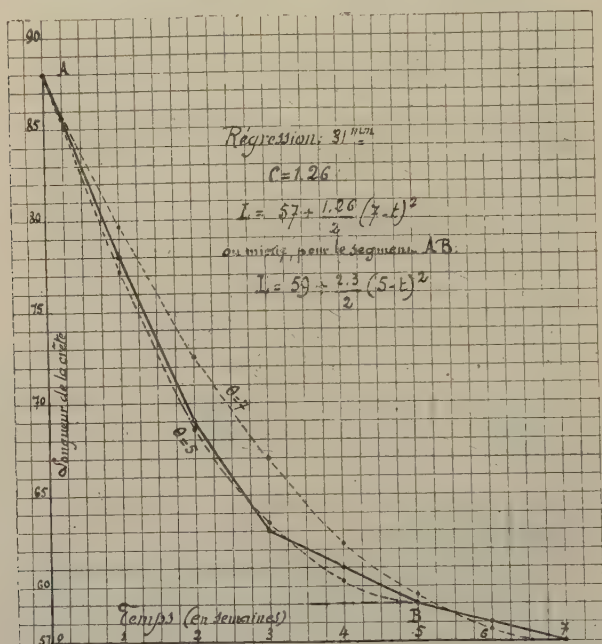


Fig. 38. — Courbe de régression de la crête chez le castrat n° 17.

plus, il y a eu, postérieurement à la castration, une légère augmentation de la crête, augmentation qui a pu modifier l'allure de la courbe.

4° Remarques au sujet de la formule $L = l + \frac{1}{2} c (\theta - t)^2$. — La longueur l représente la longueur de la crête après régression. L'expression $\frac{1}{2} c (\theta - t)^2$ en est le complément variable ; la

valeur de ce complément est maximum au moment de la castration ; soit λ ce maximum

$$t = 0 \quad \lambda = \frac{1}{2} c \theta^2$$

λ représente la longueur conditionnée par l'harmozone testiculaire.

La formule du complément variable a beaucoup d'analogie avec celle de l'écoulement des liquides. Supposons un réservoir cylindrique vertical, de section S , rempli de liquide jusqu'à une hauteur h ; si nous pratiquons, dans la paroi inférieure, une ouverture de surface s , le liquide s'écoule, et le réservoir se vide en un temps θ . La hauteur h , au temps t , est facile à calculer :

$$h = \frac{1}{2} g \frac{s}{S} (\theta - t)^2$$

$g \frac{s}{S}$ étant une constante, l'analogie entre les deux formules est complète.

L'action de l'harmozone testiculaire consiste à diriger les processus d'assimilation, dans la crête, de façon à faire accroître la longueur de t à $t + \lambda$. Quand la longueur définitive est acquise, le rôle de l'harmozone n'est pas terminé ; elle maintient le caractère et s'oppose à la régression. Du reste, les autres caractères sexuels ayant une évolution comparable à celle de la crête, sinon aussi mesurable, on peut admettre que le même raisonnement leur est virtuellement applicable.

La sexualité est ainsi schématisée par la valeur numérique λ , à laquelle nous donnons le nom de **potentiel sexuel**. Dans les cas étudiés, il a les valeurs suivantes :

27,5 31 52 31 25

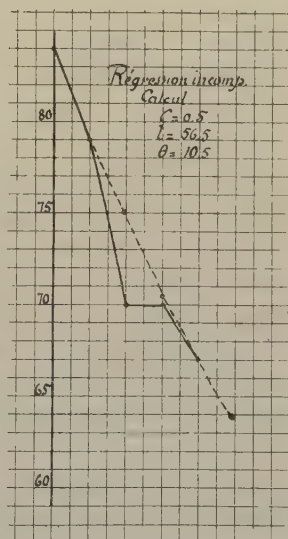


Fig. 39. — Segment de la courbe de régression de la crête chez le castrat n° 41.

Quand l'harmozone est supprimée, l'assimilation est rendue

impossible dans la crête, tout au moins dans la partie correspondant au complément variable et l'organe entre en régression. Le nombre c mesure l'accélération négative du mouvement. Cette constante c est liée à des propriétés intimes du tissu érectile, qui est seul en jeu en cette circonstance. *Elle marque l'aptitude de ce tissu à la régression, d'où le nom de constante de régression que nous lui avons donné.* De cette constante dépend la durée θ de la régression.

Valeurs trouvées : c :	1,7	0,72	1,26	0,5
θ :	6	12	7	10,5

Le départ brusque de la courbe permet d'affirmer que l'action de l'harmozone testiculaire cesse immédiatement, du fait de la castration, sans qu'il y ait transition entre l'état normal sexué et la régression post-opératoire. Nous devons admettre que l'harmozone testiculaire se détruit très vite soit dans le sang, soit dans les tissus. On peut objecter, il est vrai, que l'instinct sexuel et le chant persistent quelques jours après la castration ; cela tient probablement à ce que l'harmozone agit, dans ces deux cas, par l'intermédiaire du système nerveux ; elle aurait la propriété de l'érotiser, suivant l'expression de STEINACH.

Il serait particulièrement intéressant de rechercher comment varient, avec l'âge, le potentiel sexuel λ , la constante de régression c et subsidiairement le nombre θ . Le nombre d'expériences dont nous disposons ne nous permet pas d'en juger. Sans doute λ est très élevé chez le n° 14 et il s'agit en l'espèce d'un coq plus âgé que les autres ; d'autre part, c'est aussi chez cet animal que θ est maximum. Il est possible que λ augmente légèrement avec l'âge et que c diminue. De nouvelles expériences sont nécessaires pour élucider cette question.

VII. Conclusions. — 1° La castration pratiquée chez les coqs adultes n'a aucune influence sur le plumage et n'affecte en rien la vitesse de croissance des ergots.

2° Elle entraîne par contre la disparition de l'instinct sexuel, du chant, de l'ardeur combative, et produit une régression remarquable des organes érectiles.

3° La diminution de la longueur de la crête s'effectue suivant

une loi simple en fonction du temps; durant la régression, cette longueur est représentée par la formule

$$L = l + \frac{1}{2} c (\theta - t)^2$$

L étant la longueur au temps t , l la longueur définitive après régression, θ la durée totale de la régression. c est un nombre qui caractérise la vitesse décroissante de la régression : (*constante de régression*). Le terme $\frac{1}{2} c (\theta - t)^2$ est maximum quand $t = 0$: il mesure alors l'action de l'harmozone testiculaire, (*potentiel sexuel*).

4° L'harmozone testiculaire a une action continue et son intervention est nécessaire pour assurer le maintien de ceux des caractères qui sont conditionnés par le testicule.

*
* *

VIII. **Equilibres physiologiques.** — Une statistique relative à la crête des coqs, montre que les longueurs de cet organe se groupent autour de deux valeurs dont elles s'écartent très peu :

110 chez le mâle,
55 chez le castrat.

Quand la dimension définitive est atteinte, l'organe réalise un état d'équilibre auquel on peut donner le nom d'*équilibre physiologique*. L'équilibre de la crête neutre ne nécessite pas de conditions autres que les conditions physico-chimiques normales; l'équilibre de la crête sexuée exige en outre la présence de l'harmozone testiculaire. On retrouverait des équilibres semblables et semblablement conditionnés, à propos des organes qui régressent après castration, notamment : vésicules séminales, prostate, pénis des rats et des cobayes, ou qui sont soumis à l'action d'harmozones différentes (squelette et hypophyse).

Dans chacun de ces cas, l'*équilibre neutre est éloigné de l'équilibre sexué*. Chez le coq, le passage de l'équilibre sexué à l'équilibre neutre s'effectue, après la castration postpubérale, suivant un *processus régulier* dont la fin est implicitement contenue dans la mise en route.

Entre l'équilibre sexué et l'équilibre neutre, *il n'y a place pour aucun équilibre stable* ; en effet, il n'y a dans les courbes aucun segment horizontal entre le palier qui correspond à la crête neutre et le palier qui correspond à la crête mâle. Entre ces deux paliers, la courbe est en ascension si l'animal est soumis à l'action du testicule ; elle est en descente, s'il s'agit d'un castrat. Il y a ainsi *discontinuité morphologique remarquable, si l'on envisage les caractères en équilibre*.

Peut-il y avoir de faux équilibres ? Voici une observation de BEEBE qui montre que cela est possible. Un oiseau des Etats-Unis, *Piranga erythromelas*, possède en été un plumage nuptial écarlate, en hiver un plumage vert olive qui se rapproche de celui de la femelle. Si l'on garde les *Piranga* au repos, bien nourris et à la même température, on leur évite, à la fin de l'été, l'acquisition de la livrée vert olive. Mais un soudain écart de la température, en plus ou en moins, déclenche subitement la métamorphose les oiseaux maigrissent et se muent en vert olive. On peut dire que le plumage rouge de *Piranga* se trouvait, avant la mue, dans un état de faux équilibre : il a suffi d'une action physique pour faire cesser brusquement cet état.

CHAPITRE VII

TRANSPLANTATIONS TESTICULAIRES ET INJECTIONS D'EXTRAIT TESTICULAIRE

Nécessité des contre-épreuves. — Transplantations testiculaires. — Historique. — Expériences personnelles. — La castration incomplète. — Résultats. — Expériences systématiques. — Injection d'extraits de glande interstitielle de porc cryptorchide. — Discussion et résultats. — Remarques histologiques au sujet de la glande interstitielle.

Jusqu'ici, nous nous sommes préoccupé, soit d'empêcher le développement des caractères sexuels secondaires (castration pré-pubérale), soit de produire la régression de ces caractères lorsqu'ils se sont épanouis chez un adulte entier (castration postpubérale). Les résultats acquis permettent de conclure que le

testicule est une glande à sécrétion interne. Mais l'argumentation sera renforcée si nous démontrons « que l'atténuation ou la disparition des effets de la castration s'obtiennent par l'administration régulière d'extraits de l'organe ou par la greffe, quand cela est possible. Le succès de cette thérapeutique substitutive est la contre-épreuve des expériences de destruction des organes ⁽¹⁾ ». Nous diviserons en deux catégories les expériences de contre-épreuve, suivant que nous pratiquons la greffe testiculaire ou que nous injectons des extraits d'organes.

I. Transplantations testiculaires. — 1° *Historique.* — Les premières expériences de transplantation testiculaire ont été faites en 1849 par BERTHOLD. Cet auteur avait constaté combien il est difficile d'obtenir la castration complète chez le coq et avait remarqué la facilité avec laquelle de menus fragments de testicule, ayant échappé à l'attention de l'opérateur, se greffent dans le péritoine. Après avoir obtenu des chapons incomplets, ayant plus ou moins les caractères des coqs, il reprit systématiquement la question et fit des greffes homoplastiques (sur le même animal) et hétéroplastiques (sur un autre animal de même espèce) : les greffes réussissaient et atténuaient plus ou moins les effets de la castration.

FOGES, dans un travail du même genre obtient des chapons incomplets, mais n'ayant pas fait une analyse précise des caractères du chapon, il fournit à leur sujet des interprétations discutables. C'est ainsi qu'il considère comme greffes efficaces celles qui ont modifié le plumage du chapon, bien qu'elles n'aient pas agi sur les organes érectiles de l'animal. Or, nous savons que la physionomie de la tête est, à l'exclusion du plumage, modifiée par la castration et la crête nous apparaît comme le critère le plus sensible de la masculinisation.

STEINACH a fait à la Station physiologique de Vienne, des expériences de greffes testiculaires sur rats et cobayes : il opère sur des animaux âgés de 2 à 4 semaines. Quand la transplantation réussit, ce qui arrive souvent, les animaux redeviennent comparables aux témoins mâles en ce qui concerne les caractères mor-

(1) E. GLEY. — « Relations entre les organes à sécrétion interne et les troubles de ces sécrétions ». Rapport présenté au 17^e Congrès international de médecine de Londres, 1913.

phologiques (pénis, prostate, vésicules séminales) et les instincts; ceux-ci apparaissent à la même époque et présentent leurs modalités habituelles.

Des expériences de transplantation testiculaire ont été entreprises sur les grenouilles par NUSSBAUM, MEISENHEIMER, STEINACH. Ces auteurs opèrent sur des animaux préalablement castrés, chez lesquels le coussinet du pouce a disparu : ils introduisent des fragments de testicule sous la peau ou dans les sacs lymphatiques sous-cutanés ; après quelques semaines, ils observent la formation d'un nouveau coussinet. Il est vrai que MEISENHEIMER obtient un résultat semblable, à l'intensité près, en pratiquant, chez le mâle castré, une greffe ovarienne.

2° *Expériences personnelles.* — Nos recherches ont porté sur deux séries d'animaux : la première comprend quatre coqs castrés incomplètement et chez lesquels se sont développés des nodules testiculaires plus ou moins volumineux ; la seconde comprend trois animaux : deux ont reçu des fragments de testicule, le troisième étant conservé comme témoin.

Série I. Castration incomplète. — Ce sont des hasards d'expérience qui nous ont permis tout d'abord d'observer des castrats incomplets. Il s'agit d'animaux qui ont été soumis au même traitement que les castrats des séries précédentes, mais chez lesquels nous trouvons, à l'autopsie, des *nodules testiculaires*. On peut élever une discussion au sujet de ces nodules ; il semble probable qu'ils proviennent, soit de masses très petites de parenchyme, laissées en place au moment de la castration, soit de bribes de tissu, détachées de l'organe par écrasement, à l'instant même où on l'insère dans la pince à mors fenêtrés. Il est possible aussi qu'ils résultent de *nids de cellules testiculaires* épars dans le péritoine et qui se développeraient par compensation après l'ablation complète de la glande ; cette dernière hypothèse paraît d'autant moins invraisemblable que nous avons observé déjà, chez un castrat hors série, la présence d'un nodule semblable, situé à la face interne d'une côte, très loin du testicule ; d'ailleurs c'est un fait bien connu que les capsules surrénales présentent des vicariances du même genre, faciles à reconnaître grâce à la réaction chromaffine.

Lors de l'autopsie, les nodules ont été prélevés, pesés et fixés ensuite au formol picro-acétique (liquide de BOUIN) en vue de vérifier leur structure. Les animaux ont été suivis et mesurés comme précédemment.

N° 19. — Coq race mélangée à dominante Leghorn. Né le 30 avril 1910. Castré incomplètement le 27 juillet 1910.

(Voir graphique fig. 40 et photo fig. 42)

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\sqrt[3]{P}$	Crête	Barbillons	Aspect	Canail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
27 juillet . .	1 030	101	50.28	25.20	pâle	—	0	0	0	0	0
3 octobre . .	1 535	114	62.34	28.30	id.	—	—	—	2	0	0
23 novemb. .	1 910	124	90.55	37.30	sanglant	—	—	—	5	0	0
22 décembre	1 940	124	110.75	40.50	»	»	»	»	10	0	0
13 février . .	2 080	124	130.90	55.50	»	»	»	»	10	—	—
14 avril . . .	2 184	129	130.90	60.55	»	»	»	»	12	»	»
1 ^{er} juillet . .	2 279	131	130.90	70.50	»	»	»	»	15	»	»
31 octobre . .	2 451	128	137.89	72.55	»	»	»	»	25	»	»

Autopsié le 31 octobre 1911.
 Restes testiculaires de 1 gr, environ, *in situ* et dans péritoine environnant.
 Foie : 42 gr.
 Adiposité presque nulle. Masse adipeuse péritonéale : 9 gr.

Testicule. — Nous avons étudié un nodule assez gros, de forme trapézoïdale 6mm×3mm.

Membrane extérieure épaisse, se prolongeant à l'intérieur par des fibres conjonctives enchevêtrées en réseau à mailles serrées. Noyaux minces et aplatis contre les fibres conjonctives. — On trouve, dans les mailles conjonctives, soit des groupes de quelques cellules à cytoplasme clair et à gros noyau, soit des canaux séminifères avec figures de préspermatogénèse — soit enfin des canaux séminifères avec spermatozoïdes dans la lumière du canal.

N° 20. — Coq race mélangée. Né le 30 avril 1910.
Castré incomplètement le 28 juillet 1910.

(Voir graphique fig. 40)

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	$\sqrt[3]{P}$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
27 juillet . .	974	99	38.48	16.20	pâle	—	0	0	0	0	0
3 octobre . .	1.234	107	47.24	23.20	»	—	—	—	5	»	»
23 novemb. .	1.442	113	70.45	35.35	sanglant	—	—	—	10	»	»
22 décembre	1.798	121,8	85.55	30.40	»	»	—	—	10	»	»
13 février. .	2.084	127,5	90.55	40.45	»	»	»	»	10	—	—
11 avril. . .	2.044	126,5	95.55	46.35	»	»	»	»	11	»	»
13 juillet . .	2.293	132	102.58	50.34	»	»	»	»	21	»	»
23 octobre .	2.565	137	111.69	51.40	»	»	»	»	25	»	»

Autopsié le 23 octobre 1911.
Nodule testiculaire de 0 gr. 5 environ.
Foie : 26 gr.
Adiposité exagérée. Masse adipeuse péritonéale : 216 gr.

Testicule. — Le nodule arrondi a 7mm environ de diamètre. Vu au microscope, on y remarque une albuginée qui envoie vers l'intérieur des lames conjonctives avec noyaux minces, disposées localement en réseau serré. En dehors de ce réseau, on aperçoit des tubes séminifères à divers stades (fig. 41) : les uns sont normaux, d'autres présentent des spermatozoïdes en voie de régression ; certains ont une structure sertolienne. Le tissu conjonctif intertubulaire peut être localement assez épais et présenter des cellules à noyau arrondi.

N° 21. — Coq race mélangée. Né le 30 avril 1910.
Castré incomplètement le 30 juillet 1910.

(Voir graphique fig. 40)

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergols	Instincts	
	En gr.	$\frac{3}{V} P$	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
29 juillet . .	1.444	103	42.20	22.20	pâle	—	0	0	0	0	0
3 octobre . .	1.517	114,6	55.32	24.24	»	—	—	—	12	»	»
23 novemb..	1.973	125	70.42	30.30	»	—	—	—	7	»	»
22 décembre	1.950	125	82.50	35.35	»	»	»	»	10	»	»
13 février .	2.089	127	85.52	32.38	»	»	»	»	11	»	»
11 avril . .	2.186	129	85.50	40.40	sanglant	»	»	»	13	»	»
13 juillet . .	2.347	132	85.49	40.40	»	»	»	»	20	»	»
30 octobre .	2.645	138	97.67	42.48	»	»	»	»	25	»	»

Autopsié le 31 octobre 1911.
Nodules testiculaires : 0 gr. 7.
Foie : 26 gr.
Adiposité exagérée. — Masse adipeuse péritonéale : 201 gr.

Testicule. — Nous avons observé au microscope une coupe faite dans un nodule de 5^{mm} de diamètre.

Albuginée épaisse. Le réseau conjonctif qui s'y rattache est disposé assez irrégulièrement et présente un peu excentriquement un réseau serré. Les mailles sont remplies par des cellules assez grandes. En dehors de ce réseau on observe des canaux séminifères, parfois contigus, en spermatogénèse.

N° 22. — Coq race Leghorn. Né le 30 avril 1910.
Castré incomplètement le 29 juillet 1910.

(Voir graphique fig. 40)

Date	Poids		Organes érectiles			Plumage			Ergots	Instincts	
	En gr.	3/p	Crête	Barbillons	Aspect	Camail	Lancettes	Faucilles		Chant	Ardeur sexuelle
27 juillet . .	910	99	40.20	20.22	pâle	—	—	0	0	0	0
3 octobre . .	1.156	104,8	50.30	28.25	sanglant	—	—	—	3	»	»
23 novemb..	1.305	109	70.45	35.38	»	»	»	»	6	»	»
22 décembre	1.446	113,0	80.55	42.42	»	»	»	»	10	»	»
13 février . .	1.580	116,6	82.45	45.50	»	»	»	»	10	»	»
11 avril . . .	1.394	111,6	80.48	38.50	»	»	»	»	15	»	»
13 juillet . .	1.497	114,4	80.48	46.60	»	»	»	»	21	»	»
Fin octobre .	1.845	122,8	82.51	45.55	»	»	»	»	31	»	»

Autopsié le 16 octobre 1911.
Reste testiculaire à droite : 1 gr. 5.
Foie : 32 gr.
Adiposité médiocre. — Masse adipeuse péritonéale : 35 gr.

Discussion. — Pour saisir l'intérêt des présentes expériences, il est nécessaire de comparer les résultats obtenus à ceux que nous ont fournis les coqs de la première série.

Nous constatons que les organes érectiles ont évolué de la même façon dans les deux séries. Il y a bien quelques différences, mais elles ne nous paraissent pas dépasser la limite des variations individuelles : tout au plus pourrait-on conclure que la crête a mis, chez les castrats incomplets, un peu plus de temps pour atteindre sa dimension définitive (fig. 42). Chez les mâles de la série I, elle croît assez rapidement et le palier de la courbe est atteint en 4 mois ; chez les castrats incomplets, la courbe est ascendante pendant plus de six mois et d'une façon irrégulière : remarquons qu'elle se termine par un segment ascendant dans les quatre cas, alors qu'elle est descendante au même moment chez les n°s 2 et 3 de la première série. Nous ne pouvons expliquer cette particularité.

La croissance est identique en ce qui concerne les ergots qui

se sont allongés avec la même vitesse dans les deux séries ; de même le plumage mâle évolue de la même façon.

Tout autres sont les conclusions auxquelles nous conduisent

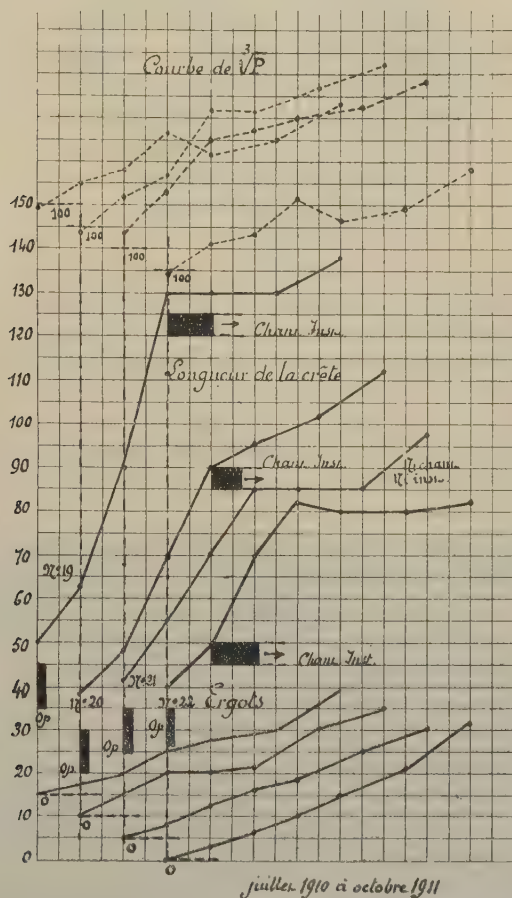


Fig. 40. — Graphique relatif aux castrats incomplets nos 19, 20, 21, 22 : les courbes de développement sont semblables à celles que l'on observe chez les mâles normaux (Cf. fig. 6).

les nombres relatifs au développement de l'instinct sexuel, du chant et de l'adiposité. A ce sujet une distinction s'impose entre les différents castrats incomplets ; trois d'entre eux ont manifesté des instincts sexuels bien caractérisés ; le n° 21 par contre n'a

jamais manifesté d'ardeur sexuelle et n'a jamais poussé de coquerico. Enfin, tandis que les n^{os} 19 et 22 restent maigres, les

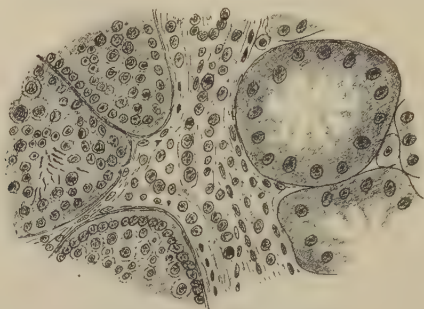


Fig. 41. — Structure du nodule de régénération du coq n^o 20. A gauche canaux séminifères avec cellules de la lignée séminale et même spermatozoïdes ; à droite, tubes dégénérés, réduits à un protoplasme vacuolaire avec noyaux sertoliens. Au milieu tissu conjonctif avec noyaux aplatis et noyaux ronds.

n^{os} 20 et 21 présentent à l'autopsie, une adiposité exagérée, rappelant celle des castrats. Si l'on se reporte aux pesées des testi-



Fig. 42. — Photographie du castrat incomplet n^o 19 prise en mai 1941. Crête très développée, malgré la quantité minimale de tissu testiculaire.

cules, on voit qu'il s'agit de deux animaux possédant 0 gr. 7 et

0 gr. 5 de substance testiculaire. Nous pensons que ces masses réalisent le minimum au-dessous duquel l'ensemble des caractères sexuels secondaires n'évolue pas. Le cas du n° 21 laisserait supposer en outre que ce minimum n'est pas le même pour tous les caractères et qu'il faut plus de masse glandulaire pour déclencher l'instinct sexuel, le chant et l'adiposité que pour provoquer le développement des organes érectiles.

*
* *

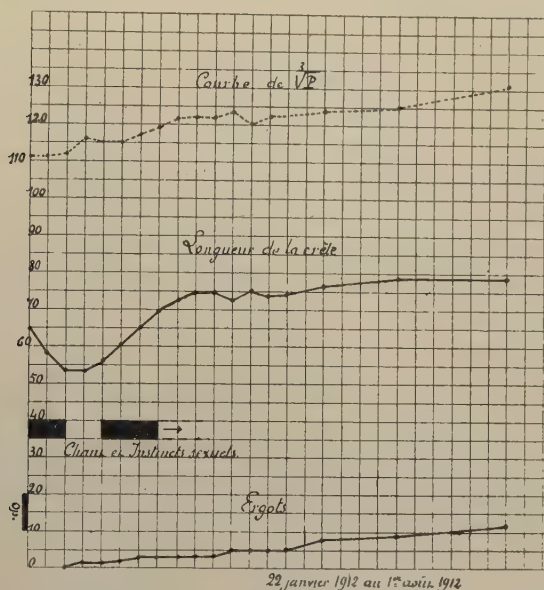


Fig. 43. — Transplantations systématiques. Graphique du coq n° 23, remarquer la décroissance de la crête, consécutive à la transplantation, puis la reprise du développement normal.

Série II. Expériences systématiques. — Afin de suivre d'une façon plus précise, l'influence des transplantations testiculaires, nous avons repris systématiquement ces expériences. Notre but était de déterminer la marche même de l'effet produit ; pour cela un excellent criterium existe dans l'aspect et l'allongement de la crête. Les nodules testiculaires ont-ils tout de suite une influence déterminante, ou bien s'écoule-t-il un laps de temps plus ou moins grand entre leur introduction volon-

taire ou accidentelle dans le péritoine et l'apparition de leur action morphogène : telle est la question que nous avons à envisager.

Pour la résoudre, nous avons fait porter nos recherches sur des coquelets en voie d'évolution sexuelle. Il ne faut pas les prendre trop jeunes, sinon il est difficile de pouvoir juger du commencement même de l'action des nodules ; il ne faut pas

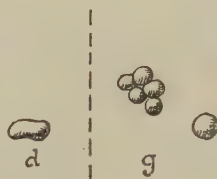


Fig. 44. — Nodules de régénération chez le n° 23;

non plus les prendre trop âgés, sinon on est exposé à voir s'atrophier les transplantations, celles-ci étant moins faciles à réussir, comme l'a montré STEINACH, au fur et à mesure qu'un animal vieillit.

Trois coquelets sont mis en expérience : deux sont complètement castrés, le troisième est conservé comme témoin. Lors de la castration, les testicules, recueillis d'une façon aseptique, sont coupés en menus fragments et les morceaux sont replacés directement dans la cavité péritonéale, au voisinage de l'insertion du testicule. Le traumatisme opératoire qui a quelque peu déchiré la séreuse à cet endroit crée un milieu favorable à la régénération du parenchyme germinal.

*
* *

N° 23. — Coq race mélangée. — Né à la Station Physiologique en août 1911. Evolution sexuelle un peu plus lente que dans le cas précédent.

Opéré le 22 janvier 1912. Testicules : longueur 14^{mm}. Transplantation immédiate.

(Voir graphique fig. 43)

Date	Poids		Organes érectiles			Ergots	Plumage	Chant	Instincts
	En gr.	3 p	Crête	Barbillons	Aspect				
22 janvier . .	1.390	111,6	65.34	35.25	sanglant	0	mâle	ch.	mâle
30 » . . .	1.364	111	58.28	30.25	pâl.	0	»	»	»
7 février . .	1.403	112	54.25	30.25	»	0	»	0	Inst. abolis
13 » . . .	1.573	116	54.31	28.28	»	0	»	»	»
20 » . . .	1.542	115	56.31	30.32	sanglant	1	»	ch.	Inst. rétab.
28 » . . .	1.531	115	60.35	32.33	»	2	»	»	»
6 mars . . .	1.587	116,4	65.37	36.37	»	3	»	»	»
13 » . . .	1.675	118,5	69.40	36.40	»	3	»	»	»
20 » . . .	1.789	121,5	72.40	36.40	»	3	»	»	»
27 » . . .	1.828	122	74.40	»	»	3	»	»	»
3 avril . . .	1.811	122	74.39	39.32	»	4	»	»	»
10 » . . .	1.848	123	71.40	37.35	»	5	»	»	»
17 » . . .	1.735	120	75.44	40.40	»	5	»	»	»
24 » . . .	1.824	122	74.44	40.40	»	5	»	»	»
30 » . . .	1.822	122	74.46	40.40	»	5	»	»	»
15 mai . . .	1.874	123,5	76.48	40.40	»	7	»	»	»
15 juin . . .	2.003	126	78.47	38.35	»	9	»	»	»
15 octobre . .	2.490	135	78.46	41.45	»	15	»	»	»

Autopsié le 10 octobre 1912.

Régénérations testiculaires forment de nombreux nodules blanchâtres et durs (fig. 44). A droite, un nodule au voisinage de l'ancienne insertion du testicule ; à gauche, deux groupes de nodules ; l'un est formé de petits grains blancs au voisinage immédiat du plan médian, l'autre sur le côté, à 2^{cm} environ. Le poids total est de 1 gr. Une partie est conservée dans le formol à 2 % ; les autres sont fixés au liquide de Bouin.

Adiposité moyenne. — Foie 38 gr.

Etude histologique des nodules testiculaires. — Les nodules ont la structure déjà décrite : de l'albuginée part un réseau conjonctif irrégulier qui partage le testicule en cavités plus ou moins arrondies et de dimensions très différentes. Les petites renferment quelques cellules claires à noyau arrondi. Les plus grandes renferment des canaux séminifères avec figures de préspermatogénèse ou même de spermatogénèse. — Beaucoup de spermatozoïdes sont épars et en dégénérescence.

N° 24. — Coq race mélangée. — Né à la Station Physiologique en août 1911. Evolution sexuelle en janvier 1912. — Opéré le 22 janvier 1912. — Testicule : long. 15mm. Transplantation immédiate.

(Voir graphique fig. 45)

Date	Poids		Organes érectiles			Ergots	Plumage	Chant	Instincts
	En gr.	$\frac{3}{4}$ V	Crête	Barbillons	Aspect				
22 janvier . .	1.108	103,5	58.33	28.26	pâle	0	mâle	0	0
30 » . . .	1.135	104,3	50.28	28.26	»	0	»	»	»
7 février . .	1.237	106,9	49.28	25.22	»	2	»	»	»
13 » . . .	1.298	109,1	52.28	25.25	»	3	»	»	»
20 » . . .	1.336	110	59.34	32.27	»	3	»	»	»
28 » . . .	1.232	106,2	62.38	32.34	sanglant	3	»	ch.	Inst. comp.
6 mars . . .	1.291	109	65.38	35.36	»	4	»	»	»
13 » . . .	1.422	112,5	71.42	35.40	»	5	»	»	»
20 » . . .	1.492	114,2	72.44	36.40	»	7	»	»	»
27 » . . .	1.495	114,4	75.47	38.45	»	7	»	»	»
3 avril . . .	1.502	114,6	77.46	40.44	»	8	»	»	»
10 » . . .	1.504	114,6	79.48	42.46	»	8	»	»	»
17 » . . .	1.507	114,7	79.48	42.48	»	8	»	»	»
24 » . . .	1.495	114,4	80.48	43.49	»	8	»	»	»
30 » . . .	1.496	114,4	80.48	37.50	»	8	»	»	»
15 mai . . .	1.517	114,8	82.48	37.52	»	10	»	»	»
15 juin . . .	1.608	117,0	84.54	45.50	»	14	»	»	»
15 octobre .	1.962	125	85.56	43.48	»	23	»	»	»

Autopsié le 10 octobre 1912.

Régénérations testiculaires formées de nodules blanchâtres, bosselés et durs (fig. 46). Ils sont situés dans le voisinage de l'ancienne insertion des testicules. Le poids total est de 2 gr. Les uns sont conservés dans le formol à 2 % ; les autres sont fixés au liquide de Bouin.

Foie : 33 gr. Adiposité médiocre.

Etude histologique des nodules testiculaires. — Structure un peu spéciale. Albuginée très épaisse. A l'intérieur, canaux séminifères minces apparents, entourés de lames conjonctives. Ces canaux sont contigus et il n'y a pas de tissu interstitiel bien net. Quelques canaux sont presque vides, ne conservant qu'une couche de noyaux sertoliens contre la paroi et des débris cellulaires vers le centre. D'autres sont normaux, mais les différents éléments de la lignée séminale sont enchevêtrés.

N° 25. — Témoin. Coq né en août 1911 à la Station Physiologique. -- Evolution sexuelle en janvier 1912.

(Voir graph. fig. 47)

Date	Poids		Organes érectiles			Ergots	Plumage	Chant	Instincts
	En gr.	$3 \sqrt{p}$	Crête	Barbillons	Aspect				
22 janvier . .	1.094	103,0	60.34	29.22	sanglant	3	mâle	0	nuls
30 » . . .	1.230	106,2	68.36	31.42	»	4	»	ch.	Inst. comp.
7 février . .	1.260	106,9	70.39	34.42	»	5	»	»	»
13 » . . .	1.358	110,8	73.42	38.46	»	5	»	»	»
20 » . . .	1.351	110,6	78.45	38.48	»	5	»	»	»
28 » . . .	1.418	112,4	82.50	40.48	»	7	»	»	»
6 mars . . .	1.426	112,6	86.51	40.50	»	7	»	»	»
13 » . . .	1.240	106,4	85.50	40.50	»	7	»	»	»
20 » . . .	1.272	108,0	85.40	40.45	»	7	»	»	»
27 » . . .	1.349	110,5	85.48	40.51	»	7	»	»	»
3 avril . . .	1.405	112,0	87.46	38.38	»	7	»	»	»
10 » . . .	—	—	90.47	43.39	»	9	»	»	»
17 » . . .	1.391	111,6	90.51	44.55	»	11	»	»	»
24 » . . .	1.450	113,0	88.50	42.52	»	11	»	»	»
30 » . . .	1.432	112,7	89.51	40.53	»	11	»	»	»
15 mai . . .	1.452	113,0	91.52	40.53	»	13	»	»	»
15 juin . . .	1.573	116,3	90.50	48.55	»	16	»	»	»
15 octobre .	1.900	—	86.49	40.54	»	24	»	»	»

Autopsié le 10 octobre 1912.
 Testicules petits : poids total : 8 gr. 3.
 Foie : 45 gr.
 Adiposité presque nulle.

Discussion. — De l'examen des graphiques qui se rapportent aux trois animaux en question, il ressort nettement que la croissance des ergots n'est pas influencée par la double opération : castration puis transplantation. Il en est de même pour le plumage.

Par contre, le développement des organes érectiles présente une évolution particulière. Pendant les trois semaines (n° 23) ou les deux semaines (n° 24) qui ont suivi la castration, nous constatons un phénomène de régression qui est tout à fait semblable à celui que nous ont présenté les expériences de castration postpubérale. Même courbe décroissante, débutant brusquement en angle aigu avec la verticale — même allure parabolique de cette courbe ; il semble bien que la longueur de la

crête tende vers une longueur neutre. Au bout de 15 à 20 jours, l'allure change complètement, la courbe redevenant ascendante (fig. 48). On peut noter que la reprise de l'allure normale ne

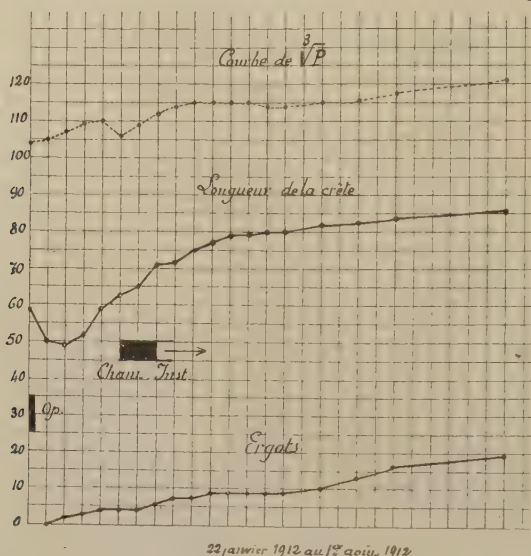


Fig. 45. — Graphique du n° 24. Même remarque.

se fait pas brusquement (fig. 43 et 45), sans quoi les deux courbes se rencontreraient à angle plus ou moins obtus, et non d'une façon tangentielle ; la reprise de la croissance apparaît

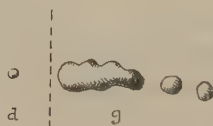


Fig. 46. — Nodules de régénération chez le n° 24.

comme un simple changement de signe d'une régression qui se termine à zéro.

L'analyse de la courbe permet de préjuger du moment où se produit la reprise fonctionnelle des transplantations testiculaires : ce moment correspond au point où se produit le changement d'allure de la courbe. Dans le cas du n° 23, où la courbe de

régression peut être déterminée aisément, puisque nous connaissons trois de ses points, le calcul montre que la longueur neutre

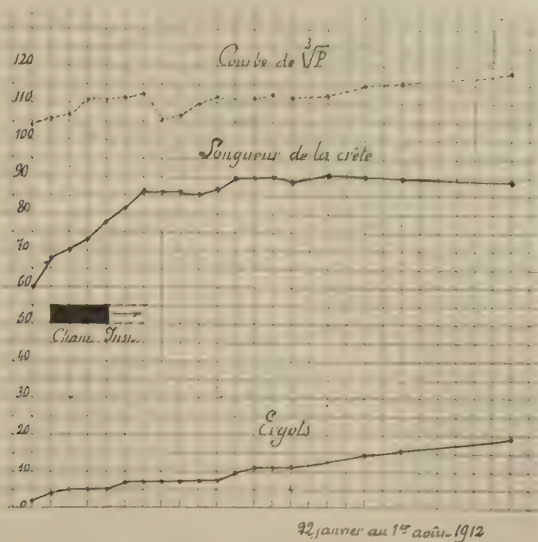


Fig. 47. — Graphique du n° 23 : témoin.

serait de 53 et la durée de la régression de trois semaines. Il s'ensuit que les transplantations ont commencé à agir pendant



Fig. 48. — Photographie des n°s 23 et 25 prise en avril 1912 : la tête dans les deux cas est celle d'un mâle.

la troisième semaine et qu'elles ont provoqué la reprise de la crête avant que celle-ci ait atteint sa longueur neutre. La même

superposition des deux effets a pu se produire chez l'animal n° 24, mais la courbe ne présente pas suffisamment de points pour que nous puissions l'affirmer d'une façon précise.

En ce qui concerne l'instinct sexuel, nous constatons que les transplantations l'ont fait apparaître, avec ses caractères habituels. Nous notons toutefois un retard de trois ou quatre semaines; cela n'a rien qui doive nous étonner, étant donné le temps que les transplantations ont mis pour acquérir leur efficacité. Il ne s'agit pas d'ailleurs d'un effet qui eût été potentiellement acquis du fait de l'influence des glandes génitales antécédentes puisque chez l'animal n° 23 et malgré la transplantation, les instincts sexuels qui étaient développés au moment de la castration, ont disparu momentanément (pendant une dizaine de jours). Leur disparition doit être imputée à la castration; leur réapparition ultérieure à l'influence physiologique de nodules testiculaires régénérés.

Conclusions

Le tissu testiculaire possède une aptitude remarquable à la transplantation : de petits morceaux de testicule peuvent se développer *in situ*, mais ils peuvent aussi bien se développer en des points du péritoine plus ou moins éloignés de la place normale. Ils sont formés de tissu conjonctif au milieu duquel sont noyés des tubes séminifères plus ou moins dégénérés; le tissu conjonctif n'a pas l'aspect du parenchyme interstitiel classique.

Les nodules de régénération ont une influence aussi complète sur les caractères sexuels secondaires que le testicule normal : ils font reparaître ceux d'entre eux qui sont annihilés par la castration.

L'action de ces nodules n'est pas immédiate; il s'écoule plusieurs semaines entre le moment où ils sont semés dans le péritoine et le moment où s'exerce leur action : cette durée correspond au temps de reprise des transplantations.

*
* *

II. Injection d'extrait testiculaire. — Il semble admis, en physiologie, que l'injection du liquide de macération d'un organe

glandulaire peut suppléer momentanément au fonctionnement normal de l'organe. Aussi, la pratique des injections sous-cutanées ou intraveineuses d'extraits d'organes est-elle usitée depuis longtemps déjà pour rechercher le rôle des glandes présumées à sécrétion interne.

1^o *Historique.* — Cette méthode a donné avec la thyroïde des résultats d'un haut intérêt. En ce qui concerne le testicule, elle a été appliquée tout d'abord par BROWN-SEQUARD qui, expérimentant sur lui-même, a montré que l'injection d'extraits de glandes mâles du cobaye accroît la vigueur musculaire et augmente la capacité de travail intellectuel; d'autres expérimentateurs ont suivi, et ont établi quelques propriétés des extraits testiculaires, dont l'exposé sortirait du cadre de ce travail.

Toutefois beaucoup de réserves ont été faites par plusieurs physiologistes au sujet de cette méthode, réserves que GLEY divise en quatre catégories : 1^o Les extraits d'organes contiennent autre chose que la sécrétion interne même de la glande, notamment des matières albuminoïdes variées. 2^o Ils peuvent par contre ne pas contenir tout le produit spécifique de cette glande. 3^o Ils possèdent une action toxique, mais leur injection immunise très rapidement l'organisme contre les injections ultérieures. 4^o Ils peuvent produire des phénomènes d'anaphylaxie redoutables. D'autre part, GLEY a établi maintes fois, dans ses expériences démonstratives du Collège de France, que ces extraits perdent assez rapidement leurs propriétés spéciales.

Nous devons donc conclure que la méthode des extraits d'organes ne peut fournir à elle seule, l'argument fondamental établissant le rôle endocrine d'un organe; nous n'y aurons recours qu'à titre complémentaire, comme vérification des expériences d'ablation et de transplantation.

Quelques auteurs se sont préoccupés de l'action morphogène de l'extrait testiculaire. Déjà DOR, MAISONNAVE, MONZIOLS ont montré que chez les enfants croissant trop vite, l'injection de suc testiculaire a pour effet de ralentir la croissance.

D'autre part, à propos de jeunes chapons, LÖEWEY constate que l'injection de substance testiculaire a pour effet de produire une meilleure croissance de la crête, des barbillons et des oreillons. Enfin STEINACH, opérant sur des grenouilles mâles castrées (*Rana temporaria* et *esculenta*), observe que l'injection de testicules

broyés, empruntés à des mâles au moment des amours, a pour effet de développer le bourrelet du pouce et de rendre possible le réflexe de l'embrassement. On peut donc admettre que l'*injection d'extrait testiculaire* supprime les troubles qui sont provoqués dans l'organisme par la castration.

2° *Spécificité physiologique.* — Nous avons porté la question sur un autre terrain. Comme le fait remarquer GLEY, « un des « caractères importants des hormones (et des harmozones) est « leur spécificité d'action, spécificité anatomique et physiologique et nullement zoologique. Les produits sécrétés et doués « d'une action élective proviennent d'un organe déterminé, et « seulement de cet organe ; mais quelle que soit l'espèce animale d'où ils proviennent, ils exercent leur action sur les « animaux d'autres espèces. » Telle est, nettement posée, la spécificité physiologique (nous ajouterons, morphogène) opposée à la spécificité zoologique.

Si nous envisageons le cas du testicule des Mammifères, nous y trouvons une troisième spécificité, d'ordre histologique ; elle a été mise en lumière par de nombreux auteurs, mais notamment par BOUIN et ANCEL. Voici en quoi elle consiste. Quand on examine, au microscope, une coupe de testicule de mammifère (rat, cobaye, porc, cheval) on découvre deux parties bien distinctes : d'une part des *canaux séminifères* où sont élaborés les éléments reproducteurs, d'autre part, *dans les espaces intermédiaires*, des *amas de cellules volumineuses*. Ces cellules sont orientées autour des vaisseaux sanguins ; elles sont le plus souvent chargées de produits de sécrétion : graisses, lipoides, pigments, cristalloïdes ; en un mot, elles ont tous les caractères auxquels les histologistes reconnaissent une glande à sécrétion interne. A ce parenchyme intertubulaire, on donne le nom de *glande interstitielle* ou encore *diastématique* (BOUIN et ANCEL) : *Cette glande tiendrait sous sa dépendance les caractères sexuels secondaires.*

En effet, la glande interstitielle se développe de bonne heure chez l'embryon et paraît présider à l'apparition des premiers caractères sexuels secondaires. D'autre part, BOUIN et ANCEL ont étudié les testicules d'animaux dits cryptorchides, animaux chez lesquels ces organes ne sont pas descendus dans les bourses : les cellules séminales ont disparu, mais les cellules intersti-

tielles sont intactes ; or les animaux cryptorchides, quoi qu'inféconds, possèdent, le plus souvent, les attributs de la virilité : instinct sexuel, tractus génital, etc.

Expérimentalement, on peut produire l'anomalie histologique du cryptorchide, c'est-à-dire amener la régression des canaux séminifères avec conservation du tissu interstitiel : il suffit de soumettre le testicule à l'action des rayons RÖNTGEN [BERGONIE et TRIBONDEAU, REGAUD et BLANC, REGAUD et DUBREUIL, etc.], ou encore de ligaturer les canaux déférents (RICHON et JEANDELIZE, BOUIN et ANCEL), ou enfin d'injecter quelques gouttes d'une solution de chlorure de zinc dans l'épididyme (BOUIN et ANCEL). Dans tous ces cas, on provoque l'atrophie des cellules reproductrices, mais la glande interstitielle subsiste intégralement : ici encore, les animaux (rats, cobayes) conservent et leurs caractères sexuels secondaires et leur instinct sexuel. Enfin, dans ses expériences de transplantation, STEINACH observe, sur le Rat, que les testicules transplantés présentent une simplification histologique analogue : au bout de quelque temps, les transplantations sous-cutanées ne présentent plus que des cellules interstitielles : comme ces cellules ont fait apparaître chez le jeune castrat les caractères secondaires mâles, STEINACH donne à la glande interstitielle le nom de *glande de puberté*.

Si la glande interstitielle préside ainsi à l'apparition des caractères sexuels secondaires, les extraits de glande interstitielle peuvent et doivent, toutes réserves faites, remplacer l'extrait de testicule normal. C'est ce qu'ont montré BOUIN et ANCEL en éprouvant sur le cobaye castré, l'effet des extraits provenant de testicules ectopés de porc, de cheval, etc. : ils constatent que, sous l'influence de ces extraits, le squelette, les organes génitaux prennent les mêmes caractères que chez les mâles : les os cessent de s'allonger démesurément ; le pénis, la prostate, les vésicules séminales se développent et prennent leurs dimensions normales.

3° *Recherches personnelles.* — Nous nous sommes proposé de rechercher si cette spécificité pouvait être étendue jusqu'aux galinacés et nous avons injecté à des chapons de l'extrait de glande interstitielle de porc. Les testicules proviennent de pores cryptorchides ; la structure en est vérifiée au microscope, ce qui n'est pas superflu, les testicules ectopés étant parfois formés de tissu conjonctif indifférencié. Voici les tableaux expérimentaux relatifs à

trois animaux chez lesquels les injections se sont montrées efficaces ; un quatrième est retenu à titre de témoin.

**N° 26. — Coq race mélangée. Né le 31 avril 1910.
Castré le 29 juillet 1910.**

Reçoit à partir du 23 novembre 1910, trois injections par semaine d'extrait aqueux de glande interstitielle de porc cryptorchide. — Meurt accidentellement le 19 décembre, probablement à la suite de réactions anaphylactiques.

Date	Injection	Poids		Organes érectiles			Ergols	Plumage	Chant	Instincts
		En gr.	$\frac{3}{V}P$	Crête	Barbillons	Aspect				
30 juillet.	»	980	99,3	45.20	25.20	pâle	0	poulet	0	0
3 octobre	»	1.247	107,3	40.20	25.20	"	2	"	"	"
23 novem.	»	1.542	115,5	45.28	30.25	"	5	mâle	"	"
9 décem.	»	1.725	120	50.35	30.30	sanglants	6	"	"	"
19 décem.	↓	1.620	117,4	56.37	32.30	"	7	"	"	"

Autopsie : aucun reste testiculaire, sauf un petit grain blanc de la grosseur d'une tête d'épingle et notoirement sans fonction.

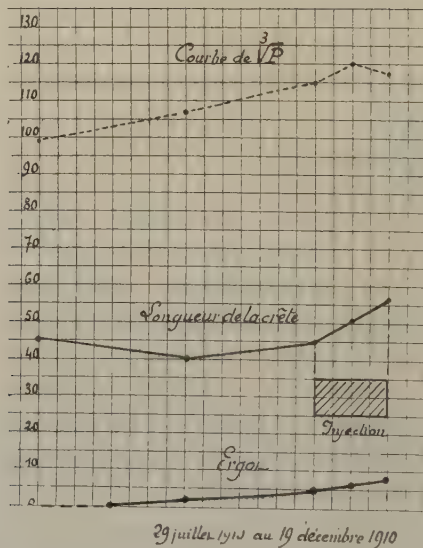


Fig. 49. — Injection d'extrait testiculaire ; graphique du castrat n° 26 : la crête se développe sous l'influence des injections.

N° 27. — Coq race mélangée. Né le 31 avril 1910.

Castré le 31 octobre 1910.

Reçoit du 23 novembre 1910 au 15 juin 1911 deux, puis trois injections par semaine d'extrait testiculaire de porc cryptorchide. Injection : 4 gr. de parenchyme sec dans 10 cc. d'eau salée (1).

(Voir graph. fig. 50.)

Date	Injection	Poids		Organes érectiles			Ergots	Plumage	Chant	Instincts
		En gr.	$\sqrt[3]{p}$	Crête	Barbillons	Aspect				
28 oct. 1910	»	1.237	106,5	55.28	30.25	pâle	0	»	0	0
23 novem.	↑	1.649	118	45.20	25.20	»	0	»	»	»
26 décem.		1.727	120	48.25	30.25	sanglants	0	mâle	»	»
19 jan. 1911		1.885	123,6	54.30	30.30	»	1	»	»	»
13 février.		2.164	128	72.42	40.45	»	2	»	»	»
20 mars.		2.490	135	85.45	42.47	»	3	»	»	»
11 avril.		2.444	134	90.54	49.59	»	5	»	»	»
15 mai.		2.629	137,8	101.67	54.65	»	8	»	»	»
15 juin.	↓	2.650	138	105.70	55.60	»	13	»	»	»
26 juin.	»	2.643	138	96.60	50.60	»	15	»	»	»
20 juillet.	»	2.680	139	94.60	62.68	»	18	»	»	»
30 octobre	»	3.180	148	89.60	60.70	»	24	»	»	»

Autopsie le 30 octobre 1911.
Petit nodule blanc bourgeonnant, à gauche.
Graisse peu développée.

(1) L'animal a été photographié en mai 1911, quelques jours avant la cessation des injections. Le dessin de la fig. 52 (a) a été obtenu par décalque de la photographie. On remarquera que la tête est celle d'un coq normal : crête et barbillons très développés.

N° 28. — Coq Orpington noir. Castré le 4 décembre 1909.

Reçoit du 17 janvier au 23 mai 1910, 2 puis 3 injections par semaine d'extrait de glande interstitielle de porc cryptorchide. Injection : 1 gr. de parenchyme sec dans 10 cc. d'eau salée (1).

(Voir graph. fig. 51.)

Date	Injection	Poids		Organes érectiles			Ergots	Plumage	Chant	Instincts
		Engr.	3 = p	Crête	Barbillons	Aspect				
17 jan. 1910	↑	2.139	128	60.30	30.20	pâle	0	coq	0	0
31 janvier.		1.987	126	60.30	30.20	"	0	"	"	"
14 février.		2.264	130	66.35	31.30	"	0	"	"	"
28 février.		2.491	135	79.42	40.35	"	0	"	"	"
14 mars.		2.689	139	85.45	45.35	sanglant	"	"	"	"
28 mars.		2.740	140	86.48	45.35	"	"	"	ch.	"
11 avril.		2.803	141	86.48	45.35	"	"	"	"	dev. bat.
25 avril.		2.852	142	86.48	45.35	"	"	"	"	ins. mâle
9 mai.		2.913	143	86.48	45.35	"	"	"	"	"
23 mai.	↓	3.017	144	86.48	45.35	"	"	"	"	"
18 juin.		3.070	145	70.38	40.35	"	non mesurés	"	0	ins. disp.
30 juin.		3.052	144,6	65.35	40.35	pâle	"	"	"	"
13 juillet.		3.122	146	62.30	35.30	"	"	"	"	"
7 août.		2.997	144	60.30	36.21	"	"	"	"	"
4 octobre		3.220	147	60.28	20.20	"	15	"	"	"
30 oct. 1911		3.475		33.22	28.13	"	33	"	"	"

Autopsie le 31 octobre 1911.
 Nodules conjonctifs ténus formés de fibres au milieu desquelles il n'y a aucune trace de tissu séminal ou de parenchyme interstitiel.
 Graisse développée.

(1) L'animal a été photographié le 23 mai 1910, au moment de la cessation des injections (voir fig. 52 b); la crête (qui reste inférieure à la moyenne chez les coqs Orpington) est alors développée au maximum. La fig. 53 représente une photographie du même animal, à gauche, prise quelques mois après. — La régression est terminée et la crête ressemble à celle du castrat (à droite).

N° 29. — Coq Orpington noir. Témoin.
Castré le 4 décembre 1909. — Non injecté.

(Voir graph. fig. 51.)

Date	Injection	Poids		Organes érectiles			Ergots	Plumage	Clant	Instincts
		En gr.	$\sqrt[3]{p}$	Crête	Barbillons	Aspect				
17 jan. 1910	Non injecté	1.766	121.	35.15	»	farineux	0	coq	0	0
31 janvier.		1.668	118	35.15	»	»	»	»	»	»
14 février.		2.049	127	38.15	»	»	»	»	»	»
28 février.		2.291	132	40.15	»	»	»	»	»	»
14 mars.		2.406	134	45.15	15.10	»	»	»	»	»
28 mars.		2.341	133	48.20	15.10	»	»	»	»	»
11 avril.		2.573	137	50.25	15.10	»	non mesurés	»	»	»
25 avril.		2.672	139	50.25	»	»		»	»	»
9 mai.		2.753	140	50.25	»	»		»	»	»
23 mai.		2.745	140	50.25	15.10	»		»	»	»
18 juin.		3.001	144	52.27	»	»		»	»	»
30 juin.		2.840	141	55.28	20.10	»		»	»	»
13 juillet.		2.920	143	55.28	20.15	»		»	»	»
7 août.		2.975	144	56.30	20.15	»		»	»	»
4 octobre		3.290	148,7	58.30	20.15	»	12	»	»	»
30 oct. 1911		3.350	149	60.26	10.12	»	34	»	»	»

Autopsié le 30 octobre 1911.
Nodule de la grosseur d'un plomb de chasse.
Graisse interne développée.

4° *Discussion.* — L'injection a produit chez les trois animaux un effet positif. Chez le n° 26, elle a provoqué un changement dans la croissance de la crête, dont l'allongement s'est particulièrement accentué (fig. 49). La courbe de cet organe est nettement hétérogonique, ce qui indique une croissance conditionnée.

Chez le n° 27, la série des injections est commencée au moment où la crête subit une diminution consécutive à la castration. Sous l'influence de l'extrait de glande interstitielle, la crête a immédiatement augmenté ; la courbe de son allongement rappelle ce que nous avons observé chez les coqs normaux ou les porteurs de transplantations. Cependant, le tracé (fig. 50) est un peu plus étalé, l'allongement s'étant continué pendant six mois. Faut-il y voir un effet dû aux injections elles-mêmes ou bien

une simple variation individuelle : nous penchons pour la seconde manière de voir.

Le cas de l'animal n° 28 est plus probant et plus complet. De janvier à mai 1910, l'injection d'extrait d'interstitielle a produit une croissance rapide de la crête ; celle-ci a atteint en deux mois sa longueur maximum (fig. 51). La continuation des injections a permis de maintenir ce maximum ; mais dès la cessation des injections, la crête diminue immédiatement et reprend au bout de quel-

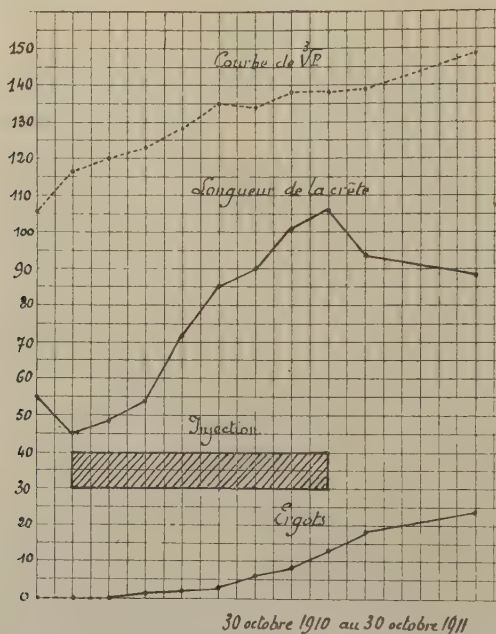


Fig. 50. — Graphique du n° 27, même observation. En outre, la crête diminue dès la cessation des injections.

ques semaines sa valeur primitive. Remarquons, en passant, que la courbe de la régression est encore une parabole, ce qui vérifie une fois de plus nos précédentes inductions. — Les modifications psychiques corrélatives ne sont pas moins intéressantes : au début, l'animal est un véritable chapon, pacifique et dédaigné par ses congénères entiers ; peu à peu, il acquiert les instincts batailleurs du mâle ; le chant apparaît et nous assistons à une véritable crise de puberté. Tout cet ensemble disparaît une dizaine de jours après la cessation des injections.

5° *Conclusion.* — En définitive l'injection d'extrait testiculaire de glandes interstitielles de porc peut produire, chez le coq castré, la réapparition momentanée des caractères sexuels secondaires,

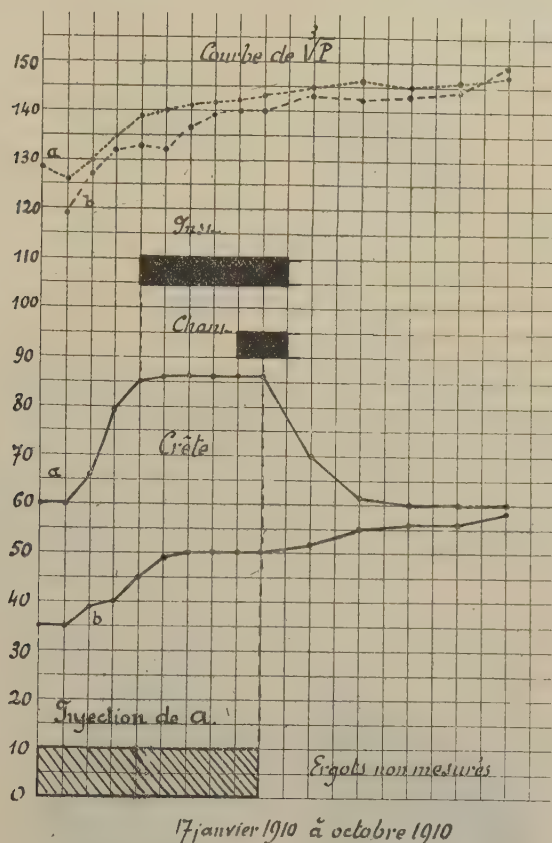


Fig. 54. — Graphique relatif au castrat injecté n° 28 (noté *a*) et au castrat témoin n° 29 (noté *b*) ; la crête s'est développée chez le n° 28, sous l'influence des injections ; elle régresse dès la cessation des injections : la régression suit une courbe parabolique. Chez le témoin, la croissance de la crête est nettement isogonique.

morphologiques ou psychiques supprimés par la castration. La glande interstitielle apparaît ainsi comme le substratum d'une harmozone dont l'action morphogène est générale, en dehors de toute spécificité zoologique.

III. Remarques histologiques. — 1° *Opinions contradictoires.* — Peut-on étendre aux oiseaux la dualité histologique du testicule des Mammifères établie nettement par BOUIN et ANCEL ?

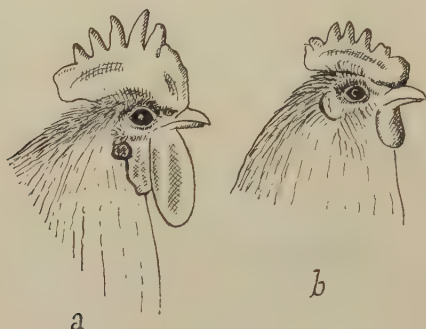


Fig. 52. — Têtes des coqs nos 27 et 28 à la fin de la période des injections, à gauche, n° 27 (mai 1911), à droite, n° 28 (25 mai 1910), les deux animaux ont l'aspect de mâles normaux.

Nous trouvons, à ce sujet, deux opinions contradictoires.

LOISEL a montré que, chez le moineau et le foudi, la sécrétion interne du testicule est produite par les éléments inclus dans les



Fig. 53. — Photographie des nos 28 et 29 prise en octobre 1910, à gauche, n° 28, à droite, n° 29 ; le n° 28 a repris l'aspect d'un castrat.

canaux séminifères (cellules germinatives et cellules de SERTOLI). Les *cellules germinatives* notamment élaborent en abondance des substances analogues à des graisses ; il n'y a pas trace d'acti-

vité glandulaire dans les espaces intertubulaires. « Faible ou « nulle en dehors de l'époque des amours, cette fonction prend « une activité particulière au début de cette époque. Elle retire « alors du sang une quantité énorme de graisse, l'élabore dans « les cellules du testicule, et la transforme en un autre produit « dont la présence est reconnue par les effets. C'est sans aucun « doute ce produit qui, distribué dans tout le corps..... détermine « une activité particulière de l'organisme mâle ».

D'autre part, F. DES CILLEULS a suivi, chez le coq, l'évolution du testicule, dans ses rapports avec les caractères sexuels secondaires. Il constate que chez le poulet très jeune (8 jours) le testicule est constitué par du tissu conjonctif formé de cellules mésenchymateuses serrées et de fibres « délicates » au milieu desquelles on aperçoit des cordons sexuels pleins avec grandes et petites cellules. Un peu plus tard, les cordons sexuels se transforment en tubes séminifères embryonnaires. A l'approche du deuxième mois, le parenchyme intertubulaire se modifie : il forme, dans les carrefours interstitiels des amas polyédriques qui se mettent en connexion avec les vaisseaux sanguins, ou bien se disposent en longues travées régulières. Vers le deuxième mois, le testicule entre en préspermatogenèse.

De cette hypertrophie du tissu interstitiel précédant la puberté, DES CILLEULS conclut que *la glande interstitielle détermine chez le coq l'apparition des caractères sexuels secondaires.*

*
* *

2° *Etude histologique sommaire.* — Nous avons suivi personnellement l'évolution du testicule chez le coq et nous ne pouvons que confirmer les faits d'ordre histologique publiés par F. DES CILLEULS.

a) *Poulet de 12 jours.* — Testicule très petit : long. : 2 mm. Diam. : 1 mm.

Albuginée formée de fibres conjonctives avec noyaux minces et aplatis.

Tissu conjonctif abondant autour des tubes séminifères, qui sont éloignés l'un de l'autre. Contre les canalicules : rangées de cellules à noyau allongé, constituant des systèmes pérítubulaires. Dans les carrefours, cellules interstitielles à noyau irrégulier, plus ou moins étoilé, et à cytoplasme vacuolaire. Pas de pigment.

Canaux séminifères à paroi très mince et renfermant de grandes et petites cellules.

b) *Poulet de 24 jours*. — Testicule : long. : 3 mm. Diam. 1 mm. 1/2.

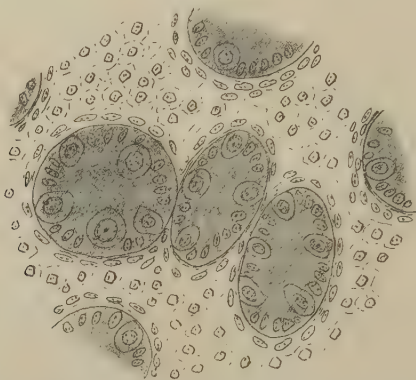


Fig. 54. — Testicule du poulet de 24 jours. Canaux séminifères à structure embryonnaire : grandes et petites cellules. Tissu interstitiel abondant.

Structure semblable à la précédente (fig. 54). Il y a augmentation parallèle et du tissu interstitiel et de l'épithélium séminal. La paroi du tube séminifère est plus épaisse. Pas de pigment.

c) *Poulet de 2 mois 1/2*. — Testicule : long. : 8 mm. Diam. : 4 mm.

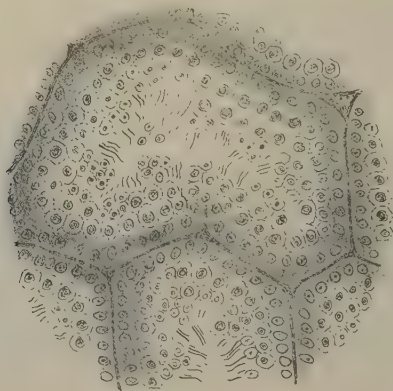


Fig. 55. — Testicule d'un coq de 8 mois. Canaux séminifères en spermatogénèse. Tissu interstitiel à peu près nul.

L'augmentation de volume est produite par le développement des canaux séminifères qui entrent en préspermatogénèse. Ils sont devenus contigus et ont refoulé le tissu interstitiel dans les carrefours intertubulaires. Sur les

coupes, le tissu interstitiel paraît beaucoup moins abondant ; cela peut n'être qu'une apparence, due à ce qu'il n'a pas évolué parallèlement au tissu séminal.

De ces faits, il ressort nettement que le développement de la glande interstitielle précède la spermatogenèse ; mais on ne peut encore conclure que cette glande conditionne les caractères sexuels secondaires du coq. Dans nos expériences de castration

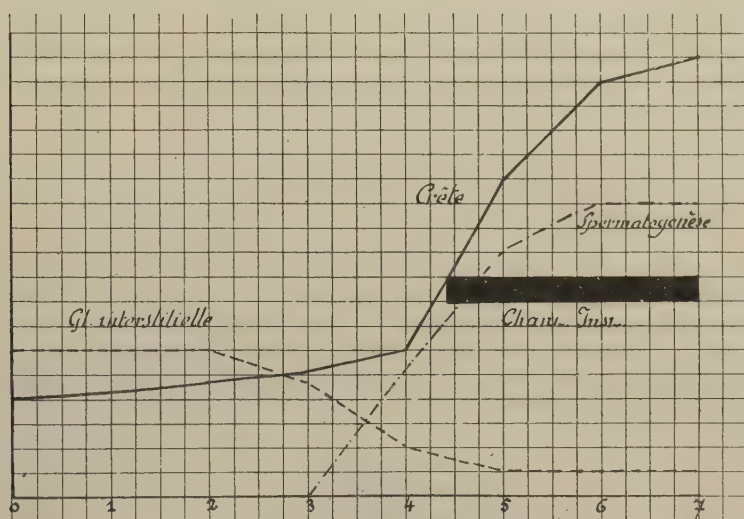


Fig. 56. — Evolution comparée de la glande interstitielle, de la glande séminale, de la crête et des instincts sexuels.

postpubérale, nous avons établi que l'hormozone testiculaire doit être déversée d'une façon constante dans le sang pour que soient maintenus, et l'instinct sexuel, et le chant, et les organes érectiles. Il est nécessaire, en conséquence, de rechercher si le tissu interstitiel persiste durant l'activité sexuelle.

d) *Coq de 3 mois 1/2.* — Test. : 12 mm. $\times$ 6 mm. Canaux séminifères plus gros : la spermatogenèse a commencé par contre, les cellules interstitielles ont diminué et occupent des espaces très réduits dans les carrefours intertubulaires.

e) *Coq de 8 mois.* — Test. : 15 mm. $\times$ 8 mm. La spermatogenèse continue ; les cellules interstitielles ont presque totalement disparu (fig. 55).

Sur un même graphique, où les temps sont comptés sur la

ligne horizontale, traçons des ordonnées figurant la quantité relative d'interstitielle, la quantité de spermatocytes et la longueur de la crête ; indiquons en outre le moment moyen de l'apparition du chant et de l'instinct sexuel (fig. 36). Ce graphique témoigne de toute évidence que la croissance sexuelle de la crête et les instincts mâles apparaissent à un moment où il n'y a presque plus de tissu interstitiel, et qu'ils se maintiennent en l'absence de ce tissu. Nous ne pouvons donc admettre que le tissu interstitiel tient directement sous sa dépendance les caractères sexuels secondaires du coq. La relation paraît plus nette, par contre, en ce qui concerne la dépendance de la spermatogenèse vis-à-vis de la glande interstitielle.

B. — *Faisan argenté. Euplocomus nycthemerus.*

Nous avons pu observer des testicules de faisan argenté à différents stades à partir du 8^e mois.

a) *Mars*. — La mue n'est pas encore commencée, on constate que le testicule est très petit et entouré d'une albuginée foncée (fig. 57). Au microscope,

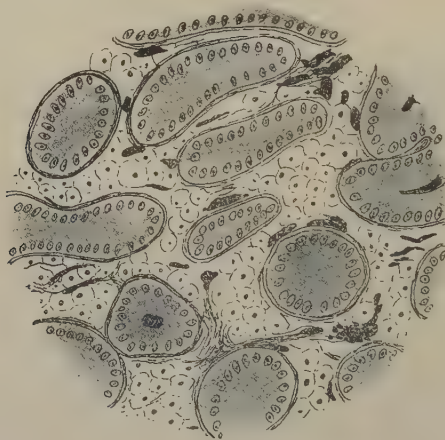


Fig. 57. — Testicule du faisan argenté jeune : canaux séminifères embryonnaires (formé surtout par un épithélium sertolien). Parenchyme interstitiel abondant entre les canaux. Pigment brun abondant (représenté en noir).

on observe deux parties : un tissu interstitiel abondant et bien caractérisé, dans lequel sont noyés des canaux séminifères.

Les canaux séminifères sont constitués par un épithélium sertolien ; la lumière des canaux est remplie par une substance épaisse, colorable à l'éosine.

Cellules interstitielles nombreuses dans les carrefours intertubulaires comme à la périphérie des tubes séminifères. Elles sont formées d'un cytoplasme vacuolisé (par dissolution des graisses) et d'un noyau irrégulier. De place en place, il y a des traînées de pigment : ce sont des mottes foncées, se résolvant, à la périphérie, en une foule de grains bruns très fins. La coloration brune est une coloration propre et non artificielle. Nous voyons, dans ce pigment, une formation analogue aux granulations xanthiques, que BOUIN et ANCEL ont décrites dans le testicule ectopique du cheval. Ces granulations ne pénètrent pas dans le canal séminifère.

b) *Mai*. — En mai, pendant la mue, le testicule est en préspermatogenèse. Les canaux séminifères ont beaucoup augmenté, comme chez le coq, mais le tissu interstitiel paraît être en régression. Le pigment existe encore, accolé aux canaux séminifères.

c) *Juin*. — Vers la fin de la mue, le tissu interstitiel a presque totalement disparu. Nous n'en trouvons plus que dans les carrefours intertubulaires ; il forme des plages à grosses vacuoles et à noyaux très rapprochés. Il y a encore un peu de pigment. C'est le moment de l'activité sexuelle.

d) *Octobre*. — La mue est terminée depuis longtemps, mais l'animal ne manifeste pas d'instincts sexuels. Les canaux séminifères sont accolés et ne laissent que peu de tissu interstitiel : celui-ci est très réduit et constitué par des cellules vacuolisées à noyau arrondi. Peu de pigment.

C. — Faisan doré. *Thaumalea picta*

Il n'est pas sans intérêt de rappeler ici que les jeunes faisans dorés mâles, nés en été, subissent, en automne, une première mue assez terne. La mue définitive, durant laquelle ils acquièrent leur magnifique plumage mâle, commence au mois d'avril suivant et dure plusieurs mois ; l'instinct sexuel apparaît avant la fin de cette mue définitive. Il était intéressant de rechercher l'évolution du testicule, en rapport avec ces différentes transformations. Nous n'avons pas observé de glandes génitales aussi infantiles que dans le cas du faisan argenté ; par contre, nous avons pu observer des testicules en spermatogenèse.

a) *Février*. — La mue n'est pas commencée. Le testicule est entouré par une albuginée assez épaisse, riche en pigment, (fig. 58) ce qui lui donne une teinte noire visible à l'œil nu.

Tissu interstitiel développé, formé de cellules allongées, développées entre les canaux séminifères et dans les carrefours intertubulaires. Ces cellules présentent des vacuoles, auparavant remplies de graisses. De place en place on

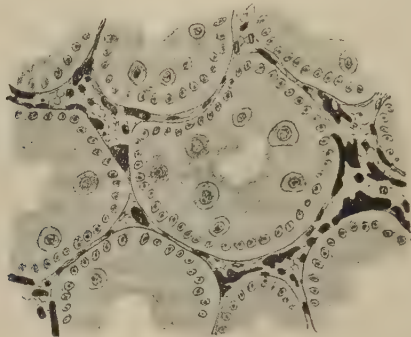


Fig. 58. — Testicule du faisan doré jeune avant la mue vraie (février). Entre les canaux séminifères, on aperçoit du tissu interstitiel formé de cellules très vacuolisées (par dissolution des graisses). Ce tissu est principalement développé aux carrefours intertubulaires. Il renferme des mottes de pigment brun très abondant.

aperçoit des trainées importantes de pigment jaune brun ; principalement contre la paroi du canal séminifère à l'extérieur. Chaque trainée se résout en fines granulations brunes.

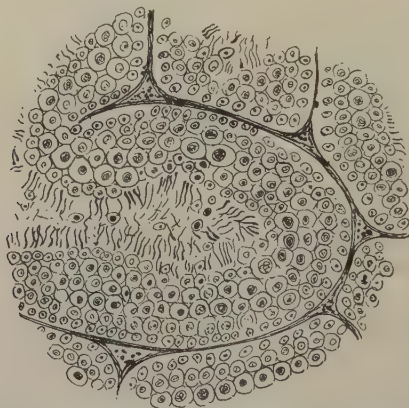


Fig. 59. — Testicule du faisan doré jeune au mois de mai suivant. Fin de la mue. Canaux séminifères en spermatogénèse. Tissu interstitiel absent.

Canaux séminifères entrant en préspermatogenèse : aucun pigment à l'intérieur du canal.

b) *Avril*. — La mue a commencé. La préspermatogenèse se termine. On peut noter une diminution du tissu interstitiel et du pigment.

c) *Juillet*. — La mue est terminée et l'animal manifeste de violents instincts sexuels. Le testicule est alors en spermatogenèse (fig. 59). Les canaux séminifères sont étroitement accolés et il n'y a plus de place pour le tissu interstitiel *qui a presque complètement disparu*. Ça et là, on aperçoit encore contre la paroi du canal séminifère quelques traces du pigment, mais il est beaucoup moins abondant qu'au stade précédent.

d) *Octobre*. — Plus d'activité sexuelle. Les canaux séminifères ont subi une régression et présentent les figures de préspermatogenèse (fig. 60). Aux

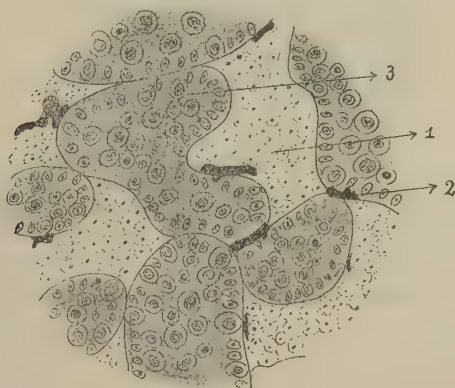


Fig. 60. — Testicule du faisan doré jeune au mois d'octobre suivant (période de repos sexuel). Les canaux séminifères (3) sont en préspermatogenèse. Le tissu interstitiel (1) est abondant et forme des plages claires plus ou moins polyédriques. Pigment peu abondant (2).

carrefours intertubulaires, on aperçoit de grandes plages de tissu interstitiel ; elles sont plus ou moins polygonales et bien isolées les unes des autres. Il y a peu de pigment xanthique dans ces plages ; néanmoins, on en trouve encore sur les bords des ilots, et de place en place, entre les canaux séminifères, en dehors même du tissu interstitiel.

e) *Janvier*. — Le testicule a encore diminué de grosseur et les canaux séminifères ont presque repris l'état embryonnaire (fig. 61). Tissu interstitiel dans les carrefours intertubulaires ; le cytoplasme est creusé de vacuoles sphériques préalablement occupées par des graisses labiles. Pigment assez abondant et disséminé au hasard en mottes plus ou moins arrondies.

3° *Discussion*. — L'évolution du testicule chez le faisan argenté et chez le faisan doré est plus démonstrative que celle du coq parce qu'elle est relative à des animaux à activité sexuelle pério-

dique. Chaque changement de période constitue une expérience naturelle où l'on peut analyser les rapports entre le tissu interstitiel et l'apparition ou la suppression de l'activité sexuelle. Il va

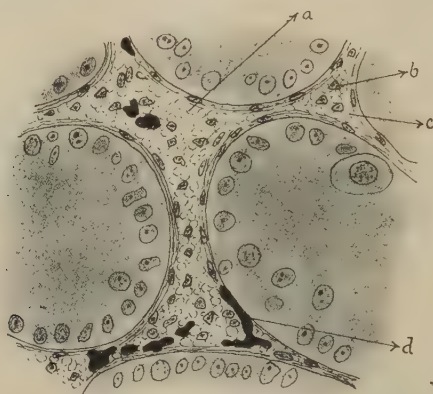


Fig. 61. — Testicule du faisane doré jeune au mois de janvier suivant. Canaux séminifères à structure embryonnaire. Tissu interstitiel (a) abondant, formé de cellules à cytoplasme vacuolisé (c) (dissolution des graisses) et de noyau (b) à contour irrégulier. Pigment assez abondant (d).

sans dire que les mues ont été retenues dans les indications précédentes à titre de repères ; mais elles ne nous intéressent pas,

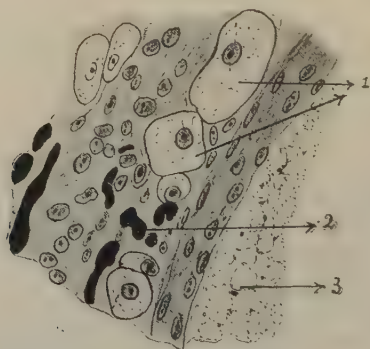


Fig. 62. — Coupe d'ovaire de faisane argentée jeune. 1. Cellules interstitielles. 2. Pigment. 3. Fragment d'ovule entouré de sa granulosa.

quant au fond même du sujet, étant donné que le plumage est indépendant du testicule total.

Dans les deux espèces étudiées, et principalement chez le faisan argenté, nous constatons que le tissu interstitiel est développé avant la puberté, mais qu'il disparaît presque totalement au moment de l'activité sexuelle ; ce résultat confirme celui que nous a fourni l'observation du coq domestique. Chez le faisan doré, nous constatons en outre, qu'au moment du repos sexuel, *la glande interstitielle reparaît, et avec un développement inaccoutumé*. Il y a ainsi *discordance* entre la présence de cette glande et celle de l'effet qu'on serait tenté de lui attribuer. Nous n'admettons donc pas qu'elle conditionne directement l'activité sexuelle, chez les coqs et les faisans.

Deux autres faits viennent à l'appui de cette manière de voir : tout d'abord *la présence, dans l'ovaire de la faisane argentée, des mêmes mottes de pigment brun*, formées de fines granulations (fig. 62) ; on ne peut les considérer dès lors comme une sécrétion spécifique mâle ; ensuite *l'évolution même des nodules de transplantation* : ou bien, ils conservent leur structure comportant des canaux séminifères, ou bien ils régressent et se transforment en tissu conjonctif banal ; nous n'avons jamais observé nettement la transformation en tissu interstitiel, que STEINACH a signalée chez le rat.

4° *Conclusion.* — *Chez les Oiseaux, la différenciation histophysiologique du testicule n'est pas poussée aussi loin que chez les Mammifères.* Le tissu interstitiel est développé chez les oiseaux jeunes ; toutefois, il paraît être en rapport avec la spermatogenèse ⁽¹⁾, mais non avec les caractères sexuels secondaires. La sécrétion interne du testicule serait, dans ce groupe, localisée dans les cellules germinatives ou les éléments de SERTOLI, comme l'a montré G. LOISEL.

(1) Ces conclusions sont conformes à celles que Champy a énoncées au sujet des Batraciens.

CHAPITRE VIII

VIRILISME EXPÉRIMENTAL

Historique de la question. — Cause du virilisme. — Cas de virilisme chez une poule et une faisane ordinaire. — Expériences personnelles : ovariectomie des poules : observations relatives aux poules ovariectomisées. — Résultats. — Les coqs Sebright. — La forme neutre. — Conditions de l'inversion sexuelle.

I. Position de la question. — Les résultats qui précèdent entraînent une nouvelle question : *de quoi dépendent ceux des caractères sexuels secondaires qui ne sont pas conditionnés par une sécrétion interne testiculaire*. Il s'agit en la circonstance du plumage (caille, lancettes, faucilles) et des ergots, qui ne sont en aucune façon affectés par la castration.

Sans doute, on pourrait objecter que, si précoce qu'ait été pratiquée la castration, elle a, dans tous les cas, été trop tardive ; que le testicule déverse de bonne heure, dans le sang, des substances dont l'action se ferait sentir à longue échéance. Il y aurait ainsi une impulsion une fois donnée, dont la castration aurait été impuissante à supprimer, ou même atténuer l'effet. La remarque a été faite par différents auteurs, notamment CAULLERY⁽¹⁾ : « l'intervention expérimentale n'a pu se produire « qu'à une époque tardive de la vie individuelle, avant laquelle « l'ébauche génitale, par l'action directe de ses hormones, « et par l'influence indirecte de celles-ci sur celles des autres « organes, a déjà pu produire un effet morphogène considérable « et définitif. Nous ne pouvons, en fait, supprimer l'ébauche « génitale dès son apparition réelle (dans le cas du coq, c'est à « un stade reculé de la vie dans l'œuf) ; et même au moment où « cette ébauche s'individualise, les tissus dont elle sort ont peut-être, eux aussi, déjà orienté par les mêmes processus, l'organisme vers des formes qui ne peuvent plus être modifiées ».

Si cela était, la question se ramènerait, à la détermination

(¹) Loc. cit. p. 430.

des caractères sexuels primaires et par conséquent du sexe : en tout cas, il serait impossible de la résoudre en agissant directement sur les glandes génitales elles-mêmes. En réalité, cette objection perd une partie de sa force si l'on se rapporte au processus de croissance du plumage du coq. En l'espèce, il ne s'agit pas d'un phénomène continu, mais d'une croissance discontinue, la mue étant l'occasion d'un renouvellement périodique. Si le testicule conditionne vraiment le plumage, son action a l'occasion de se renouveler lors de chaque mue. Mais alors, l'absence de testicules, au moment d'une mue, ne peut manquer d'influencer la croissance de la nouvelle parure et de la priver de ses caractéristiques mâles. Nous savons que tel n'est pas le cas.

On pourrait tout aussi bien supposer que le plumage et les ergots du coq sont sous la dépendance d'une glande endocrine, autre que le testicule ; celle-ci, lors de la puberté, évoluerait comme lui. Cela paraît peu probable.

En réalité, si paradoxal que la chose puisse paraître, ces caractères du plumage et des ergots sont des caractères dont la croissance est banale ; ils sont complètement indépendants du sexe ; autrement dit, ce sont *de simples caractères somatiques*. Ils ne peuvent manquer de se développer chez le mâle parce qu'ils font partie intégrante de la forme spécifique. S'ils ne se développent pas chez la poule, c'est parce qu'ils en sont empêchés par une cause à effet négatif, cause dont il s'agit maintenant de rechercher la localisation et le processus.

Rien de plus naturel que de songer immédiatement à une *influence de l'ovaire*. Cet organe, qui fonctionne également comme glande à sécrétion interne, peut-il arrêter chez la poule le développement du plumage mâle ? Dans ce cas, l'absence d'ovaire aurait une action positive intéressante ; elle provoquerait la masculinisation apparente de la poule.

Déjà la littérature scientifique nous fournit une foule d'exemples dans lesquels les caractères extérieurs du mâle se sont développés chez les femelles à la suite d'une régression de l'ovaire, mettant cet organe hors d'état d'exercer sa fonction. On a donné le nom général d'*arrhénoïdie* à la transformation apparente de la femelle en mâle : on emploie encore les termes de virilisme ou de masculisme.

*
* *

II. Historique. — 1^o *Faits d'arrhénoïdie.* — Les faits d'arrhénoïdie sont connus depuis la plus haute antiquité. « ARISTOTE signale que, chez certains oiseaux, les vieilles femelles tendent « à prendre le chant du mâle et manifestent tous ses instincts ». HIPPOCRATE observe que le masculisme peut se produire chez la femme : « Phœtusa, femme de Pythéas... ses règles disparurent « pendant un temps fort long... Bientôt après, son corps subit une « transformation masculine ; elle devint velue et barbue, tandis « que sa voix devint rude. Un fait semblable se produisit chez « Namyxia, femme de Gorgipus en Thaso » (1).

Même constatation chez les Romains ; ces faits n'échappent pas à PLIN le naturaliste. D'ailleurs, au moment de la 2^e guerre punique, l'on considère comme un mauvais présage, l'apparition de poules « changées en coqs ».

Plus près de nous, VESALE puis A. PARÉ signalent des faits de masculisme, mais il faut arriver au XIX^e siècle pour trouver des études systématiques et des vues d'ensemble.

HUNTER observe et décrit des femelles de Gallinacés (faisans, etc.) chez lesquelles apparaît le plumage du mâle. Dans ses *Essais de zoologie générale*, Is. GEOFFROY SAINT-HILAIRE publie trois cas bien typiques qu'il a personnellement observés : il s'agit de trois poules faisanes d'espèce différente (faisan ordinaire, faisan argenté, faisan à collier) dont il a pu suivre la transformation à la Ménagerie du Museum d'histoire naturelle de Paris ; ces trois poules en vieillissant acquièrent peu à peu le plumage du mâle de leur espèce ; chez l'une d'elles la transformation a été complète. L'auteur constate toutefois que la croissance des ergots est moins rapide, que les ergots sont inégaux entre eux.

AL. BRANDT, GURNEY, O. LARCHER ont publié des études d'ensemble de la question. GURNEY a établi la liste de 26 espèces d'oiseaux chez lesquelles on a constaté des cas de virilisme.

(1) Cité d'après R. BLANCHARD. Le virilisme et l'inversion des caractères sexuels sont sous la dépendance des glandes génitales interstitielles. *Bull. Acad. Méd.* T. LXXVI. N^o 29. Paris 1916.

Rapaces

Faucon émerillon (*Falco aesalon*).

Faucon cresserelle (*Tinnunculus alaudarius*).

Passereaux

Pie grièche (*Lanius collaris*, *L. vittatus*).

Rouge queue (*Ruticilla phœnicurus*).

Pinson (*Fringilla cœlebs*).

Bruant (*Emberiza Canneti*).

Linotte (*Linota cannabina*, *L. rufescens*).

Nectarinia asiatica.

Gallinacés

Poule domestique (*Gallus domesticus*).

Paon (*Pavo cristatus*).

Dindon (*Meleagris gallopavo*).

Faisan commun (*Phasianus colchicus*).

Faisan doré (*Thaumalea picta*).

Faisan argenté (*Euplocomus nycthemerus*).

Pucrasia nipalensis.

Coqs de bruyère (*Tetrao tetrrix*, *T. urogallus*, *T. perdrix*).

Outarde (*Otis tarda*).

Palmipèdes

Canard domestique (*Anas domestica*).

Canard sauvage (*Anas boschas*).

Canard siffleur (*Mareca Penelope*).

Milouinan (*Fuligula marila*).

Harle (*Mergus serrator*).

2° *Observations récentes*. — Voici, au surplus, deux observations récentes, concernant des faits d'arrhénoïdie : l'une est relative au faisan ordinaire, l'autre à la cresserelle.

a) *Faisan ordinaire*. — M. POUMAILLOUX écrit, dans le *Chasseur français* :

« Un de mes amis et voisins, se livrant depuis longtemps à l'élevage du faisan, possède une poule faisane qui a déjà pondu et réussi plusieurs couvées. Ce qui a lieu de nous étonner c'est que cette année, cette faisane, de couleur gris-marron comme toutes les autres poules de son espèce, après avoir fait la ponte et la couvée de printemps 1913, vient de muer d'une façon anormale : le plumage gris marron de son corps est devenu plus doré et rougeâtre. Comme le coq, sa queue possède les longues plumes du mâle et son cou, un large collier d'un blanc immaculé surmonté du collier bleu du faisan commun : les yeux sont également entourés d'un cercle blanc ; les joues et la tête ont aussi les plumes d'un beau bleu ardoisé et si ces teintes n'étaient un peu moins vives que chez le coq, on se croirait en face d'un faisan mâle commun ».

b) *Cresserelle*. — Un de nos collègues, PESEUX-RICHARD, qui a eu l'occasion de suivre l'évolution du plumage chez les Rapaces diurnes nous déclare, dans le même ordre d'idées :

« J'ai eu pendant 13 ans une nichée de cresserelles élevées par moi dans une demi-liberté, gardées ensuite dans une volière où je les nourrissais de viande de boucherie, de petits mammifères, de déchets de volaille et, très exceptionnellement, de menu gibier. La nichée se composait de deux mâles et d'une femelle. Celle-ci, dès la sortie du nid se distingua par sa taille sensiblement supérieure, et, dès la première mue, par une coloration différente, qui s'accentua aux mues suivantes. Le dessus de la tête, franchement roux, le dessous du corps, d'un blanc roussâtre et marqué de taches noires longitudinales ne réclamaient pas un examen bien attentif pour n'être pas confondus avec le gris cendré de la tête et du cou chez les mâles, le roux rosé de leur ventre, orné de taches noires de forme ovale.

Vers les dernières années, je remarquai un changement singulier dans la livrée de la femelle ; changement peu perceptible dans les détails, affectant la tonalité générale du plumage et le rapprochant de celui des mâles. La couleur de la tête et du cou entr'autres, évoluait nettement vers le gris d'ardoise de ceux-ci. La transformation s'opérait graduellement, la ressemblance étant un peu plus grande lors de chaque mue, non à l'instant même de la mue, mais quelques jours après au moment où les plumes s'étaient de nouveau développées. La transformation ne m'ayant pas frappé, dès le début, je ne puis préciser à quel moment elle a commencé.

Obligé en raison des circonstances, de me défaire de mes cresserelles, je n'ai pu suivre, jusqu'au bout, cette curieuse métamorphose. »

3° *Etendue du phénomène*. — Dans tous ces cas, l'arrhénoïdie n'a pas toujours été complète. Chez les Gallinacés, qui nous occupent spécialement, elle peut intéresser, soit les organes érectiles (crête, barbillons, oreillons), soit le plumage, soit l'ergot, ou toutes combinaisons des trois catégories. Parfois, l'arrhénoïdie est acquise assez rapidement ; mais le plus souvent, elle est progressive ; d'abord faible, elle augmente par degrés, devenant de plus en plus intense au moment de chaque mue.

Parallèlement, il y a modification du chant et des instincts. Les femelles masculinisées imitent plus ou moins le cri des mâles : la paonne « chante le Paon » au lever du jour, tandis que la poule transformée émet avec plus ou moins de ressemblance le cri du coq. En ce qui concerne les instincts, les observations sont assez discordantes ; à côté de quelques cas où les instincts femelles sont conservés, il existe des cas où l'animal est devenu neutre, insensible vis-à-vis de l'un ou de l'autre sexe. Enfin on a observé des oiseaux chez lesquels s'est produite une inversion complète des instincts sexuels : l'animal transformé recherche les autres femelles et prend des habitudes agressives vis-à-vis de ses concurrents mâles.

4° *Cas des mammifères.* — L'arrhénoidie a été signalée dans l'espèce humaine, comme il a été dit plus haut : elle se traduit par de l'hypertrichose, des modifications dans le tractus génital, une transformation de la voix, qui prend de la rudesse, un développement de la musculature. Selon A. PARÉ, les femmes ainsi transformées ou viragines sont « robustes, audacieuses, superbes » et ont la voix d'homme.

L'arrhénoidie a été signalée de même chez les Cervidés et les Equidés : chez les Cervidés où les cornes constituent habituellement l'apanage exclusif des mâles (renne excepté), il se produit parfois des cornes chez les vieilles biches ou les vieilles chevrettes. Chez les Equidés, ce sont des canines qui poussent chez les juments âgées. D'après R. BLANCHARD, les faits de virilisme seraient chez les autres Mammifères, beaucoup plus fréquents qu'on ne pense, mais ils passeraient communément inaperçus ; cela tiendrait à ce que les caractères sexuels secondaires y sont beaucoup moins nombreux et apparents que chez les Oiseaux ou les Cervidés.

III. Cause probable. — Quant à la cause même de l'arrhénoidie, elle a été fort discutée. D'aucuns ont voulu voir dans l'hypofonctionnement de la capsule surrénale, l'explication du virilisme de la femme. Telle est l'opinion soutenue par le Dr APERT qui a passé en revue un certain nombre de cas, et les a trouvés en rapport avec des lésions de la capsule surrénale. GALLAIS émet la même opinion, tout en faisant intervenir l'appareil génital, mais l'action de celui-ci serait en réalité sous la dépendance des

surrénales. — Dans le même ordre d'idées, TUFFIER publie, en 1914, l'observation relative à une femme « de 62 ans, remarquable « par le développement extraordinaire de son système pileux ; « l'examen des organes génitaux externes montre une hypertrophie du clitoris, qui mesure environ 4 cm. Tous ces accidents « morphologiques se sont développés à la ménopause ». Cette femme subit une laparotomie : TUFFIER constate des lésions des surrénales. Mais l'ovaire droit est atrophié tandis que l'ovaire gauche est le siège d'une tumeur grosse comme une noix.

Dans ce dernier cas tout au moins, il nous semble bien que la cause du virilisme doit être attribuée à l'abolition de la fonction ovarienne. — C'est, au fond, l'opinion qui semble prévaloir, concernant l'arrhénoïdie chez les animaux : il a été reconnu en effet que les biches à ovaires malades acquéraient des cornillons, généralement anormaux. KORSCHOLT a décrit une poule à plumage de coq et armée d'ergots : elle présente, à l'autopsie, un sarcome de l'ovaire. YARREL signale le cas d'une faisane à apparence de mâle (mais dépourvue d'éperons) ; il constate chez elle une disposition de l'ovaire qu'il considère comme pathologique.

Le plus souvent la suppression fonctionnelle de l'ovaire se produit graduellement, par le vieillissement, l'âge déterminant une involution de l'organe équivalant à une castration (castration par sénilité). C'est la raison pour laquelle l'arrhénoïdie paraît se produire principalement chez les vieilles femelles en dehors de toute cause pathologique. Certains auteurs dont BUTTER admettent même que l'arrhénoïdie serait un fait habituel si on laissait vieillir les oiseaux. On ne l'observe pas plus communément parce que la plupart meurent accidentellement avant d'avoir atteint un âge avancé ; du reste, ceux que l'homme protège comme les oiseaux de luxe de nos volières (faisans, paons, etc.), peuvent vieillir en sécurité et manifestent en plus grand nombre le phénomène d'inversion sexuelle.

IV. Observations personnelles. — Nos recherches personnelles ont tout d'abord consisté à observer quelques cas naturels d'arrhénoïdie et à vérifier si possible, par l'autopsie, la cause probable du phénomène. Nous avons porté notre attention : 1° Sur les animaux réunis à l'occasion d'expositions ; 2° sur une poule masculinisée dont on nous avait signalé l'aspect et que nous

avons pu nous procurer; 3° sur un coquard qui a été mis à notre disposition par le parc d'Armainvilliers.

1° *Poules à ergots*. — Nous avons examiné à maintes reprises, les différents lots de poules exposées à Paris à l'occasion du con-



Fig. 63. — Photographie d'une poule gynandromorphe. Crête de coq.
Ergots très développés et arrondis.

cours général agricole. Nous avons trouvé des ergots chez les poules de race Combattant du Nord; chez quelques poules de races Crève-cœur et Houdan. Mais le phénomène reste tout à fait exceptionnel et, dans tous ces cas, le plumage est nettement un plumage de poule. Notons qu'il s'agit ici d'échantillons de concours, engraisés avec un soin particulier et chez lesquels la ponte est réduite au minimum, grâce à l'isolement. Les éleveurs nous déclarent que la présence de l'ergot est un

mauvais signe en ce qui concerne la ponte, ce qui semble relier l'apparition de l'ergot à une insuffisance ovarienne.

2° *Poule masculinisée.* — a) *Description.* — En juin 1914, nous recevons de M. LELUC, meunier à Doumely-Bégny (Ardenes), une poule de race Leghorn blanc présentant des caractères mâles très nets (fig. 63). La tête est coiffée d'une crête développée (82×57), épaisse et sanglante, semblable à une crête de coq ; les ergots sont longs (30 mm.), recourbés et pointus ; le plumage toutefois est celui d'une poule. — L'éleveur nous signale que la bête a toujours manifesté une tendance à fuir la compagnie des autres poules et à s'isoler. Jamais elle n'a pondu ; mais il lui est arrivé, par contre, de montrer des instincts de couveuse. Elle conduit volontiers les groupes de poussins et les appelle avec un cri spécial pour leur distribuer la nourriture ; ce cri est un peu différent de celui de la poule, mais il n'est pas celui du coq. En somme, au point de vue des mœurs, l'animal se comporte comme un véritable chapon.

A l'autopsie, nous trouvons l'ovaire en place ; mais il ne ressemble pas à un ovaire normal : aucun ovule en évolution et plus ou moins prêt à se détacher. C'est une bandelette longitudinale, formée en apparence de petits grains durs et blancs. — L'oviducte est peu développé. — Le foie est brun et son poids est de 22 gr. Il y a, dans la cavité abdominale, une quantité considérable de graisse : nous en détachons 93 gr. dans la région postérieure, ce qui est comparable à ce que nous avons observé chez les chapons.

En définitive, l'animal présente un singulier mélange de caractères mâles, femelles et neutres ⁽¹⁾.

b) *Etude histologique de l'ovaire.* — L'ovaire est détaché et fixé au formol micro-acétique. Les coupes sont colorées par le procédé de MASSON.

(1) Ce cas est à rapprocher de celui qui a été observé par S.-S. SHATTOCK et C.-G. SELIGMANN. Un poullet de deux ans à peu près présentait une combinaison des caractères extérieurs des deux sexes : crête et ergots des mâles, plumage de poule, aucun penchant sexuel.

A l'autopsie, l'animal présente deux oviductes et deux glandes sexuelles : l'oviducte gauche est pleinement développé ; le droit est hypoplastique. — L'une des glandes génitales présente la structure tubulaire du testicule, mais en état de non fonctionnement ; il renferme en outre un œuf précoce ; la glande symétrique est beaucoup plus petite, mais elle présente des spermatozoïdes dans certains des tubuli. Il y a ainsi bisexualité.

Vu au microscope, il est très différent de l'ovaire d'oiseau. Aucun follicule en voie d'évolution : par contre, un épithélium ovarique entourant tissu conjonctif avec boyaux germinatifs (cordons de VALENTIN-PFLÜGER). L'ovaire a donc une structure nettement embryonnaire (fig. 64).

3° *Faisane masculinisée* (*Phasianus colchicus*). — Il s'agit d'un coquard qui nous a été envoyé par le parc d'Armanvilliers en même temps que les trois sujets précédemment décrits. Comme

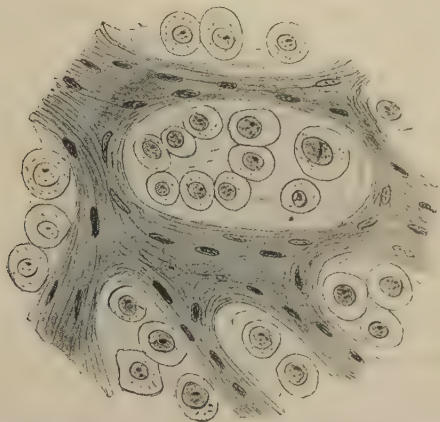


Fig. 64. — Coupe de l'ovaire d'une poule gynandromorphe. Tissu conjonctif, formé de fibres renfermant noyaux aplatis. De place en place, amas de cellules claires, à noyau arrondi, analogues aux cellules des boyaux germinatifs.

l'autopsie de l'animal révèle la présence d'une glande femelle, nous considérons ce cas comme un exemple d'arrhénoïdie, ce qui nous conduit à l'étudier ici.

a) *Description*. — L'animal est de grosseur normale : la tête a la couleur émeraude que l'on constate chez le mâle, mais de place en place, on trouve quelques plumes grises (pl. I, en bas). Il n'y a pas de joues. Au bas de la garniture verte de la tête, on remarque un collier de plumes blanches, comme chez le mâle. Le plumage de la gorge présente de belles teintes cuivrées. La région lombaire est couverte de plumes grises sans nuance verte ; sous le ventre, on remarque un mélange de plumes grises et de plumes noires.

Il n'y a pas trace d'ergots.

A l'autopsie, nous constatons que l'animal présente un ovaire impair en apparence normal ; sa forme est celle d'une bandelette longue de 15 mm. environ, largement insérée. — Le foie est de couleur rouge ; l'adiposité est moyenne.

b) *Etude histologique de l'ovaire.* — L'ovaire est prélevé immédiatement et fixé au formol picro-acétique, puis coloré à l'hémalum-éosine-aurantia. Vu au microscope, il présente des plages d'aspect varié où, *à priori*, rien ne semble déceler une structure de glande génitale. C'est une masse de tissu conjonctif

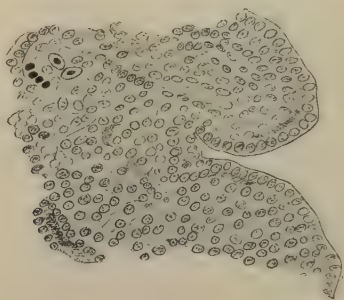


Fig. 65. — Coupe de l'ovaire d'une faisane gynandromorphe : ébauche génitale indifférenciée.

embryonnaire (fig. 65) ; toutefois, on distingue, en certains endroits, une ébauche germinative indifférente, assez semblable à celle de l'embryon de poulet vers le quatrième jour, à un moment où il est impossible de distinguer morphologiquement le sexe. En somme, l'animal possède une glande sexuelle indifférenciée à aspect extérieur d'ovaire.

V. Ovariectomie de la poule. — 1° *Généralités.* — Il semble résulter de tout ceci, que si les ergots ne se développent pas chez la poule, cela tient à l'influence de l'ovaire qui exerce une action empêchante. Pour le démontrer d'une façon définitive, nous avons pratiqué l'ovariectomie chez les poules jeunes. En même temps que nous, GOODALE, en Amérique, a ovariectomisé des canes d'abord, puis des poules. Ses travaux relatifs à la poule ont paru en 1913. Nos premiers résultats ont également été

signalés en 1913, dans le Rapport sur les Travaux de la Station Physiologique du Collège de France (décembre 1913).

L'ovariotomie a pu être réussie sur plusieurs sujets. Il est recommandé de ne la pratiquer que sur des poules jeunes, chez lesquelles l'ovaire est encore petit et ne présente pas d'œufs mûrs; chez les poules âgées, il se produirait fatalement, en raison de la riche vascularisation des œufs, des hémorragies fatales à l'animal.

Le mode opératoire est semblable à celui que nous avons employé dans la castration du coq. La poule est couchée sur le côté droit, solidement attachée, puis anesthésiée à l'éther. Une fente de 3 centimètres de longueur environ est pratiquée dans le dernier espace intercostal. Par cette fente, on accède à l'ovaire après avoir fendu la double paroi du sac aérien abdominal. A l'aide d'une pince à mors fenêtrés plus fins que pour le testicule, on détache l'ovaire bribe par bribe : à chaque fois, on donne une légère torsion afin d'empêcher l'hémorragie. L'opération est terminée quand l'endroit où est inséré l'ovaire est bien lisse (ce que l'on reconnaît aisément). L'incision est ensuite suturée.

2° Observations. — Nos expériences ont porté sur deux séries d'animaux, la première série est constituée par des poules de race mélangée, élevées à la Station Physiologique en 1913, et descendant de poules normales, sans ergots. La deuxième série portait sur des sujets de race Faverolles; l'opération ayant eu lieu en juillet 1914, nous n'avons pu, en raison de la mobilisation, suivre ces animaux; nous indiquerons seulement les résultats de la première série.

N° 1. — Race ordinaire. Tête huppée. Pas de poules à ergots parmi les ancêtres immédiats. Elevage de la Station. Née le 10 mai 1913. Ovariectomisée le 1^{er} juillet.

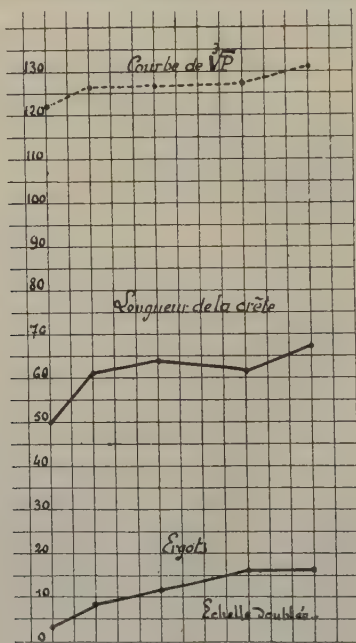
Au moment de l'opération

- Crête nulle.
- Plumage de poulette.
- Pas d'ergots.
- Ovaire développé, mais non fonctionnel.

(Voir graph. fig. 66)

Date	Poids		Crête		Plumage	Ergots	Instincts
	En gr.	$\frac{3}{\sqrt{P}}$	Long.	Aspect			
1 ^{er} juillet .	724	90	»	Assez rouge	poulette	0	0
23 octobre .	1.853	123	50.34	id.	cam.	2	»
6 novemb..	1.962	125,4	62.40	id.	id.	4	»
28 novemb..	2.003	126,5	64.45	id.	id.	6	»
11 décemb..	1.898	123,7	62.42	id.	id.	6	»
25 décemb .	2.050	127	62.43	farin	id.	8	»
15 janvier .	2.242	131	67.46	id.	id.	8	»

Morte le 21 janvier. Congestion causée par le froid.
Pas de reste d'ovaire.



23 octobre 1913 au 15 janvier 1914

Fig. 66. — Graphique de la poule n° 1 : développement des ergots.

N° 2. — Race beauceronne (plumage blanc) même couvée que la précédente. — Ovariectomisée le 13 octobre. — Ovaire développé mais non fonctionnel, formant bande longitudinale mince de 18mm de longueur sur 8mm de largeur. Crête et barbillons non développés. Pas d'ergots. Poids de l'animal le jour de l'opération : 589 gr.

Nous ne constatons en janvier aucune croissance des ergots : l'ovariectomie est vérifiée; nous observons *in situ* une brinde d'ovaire ayant échappé à l'opération primitive. Cette brinde est enlevée le 8 janvier.

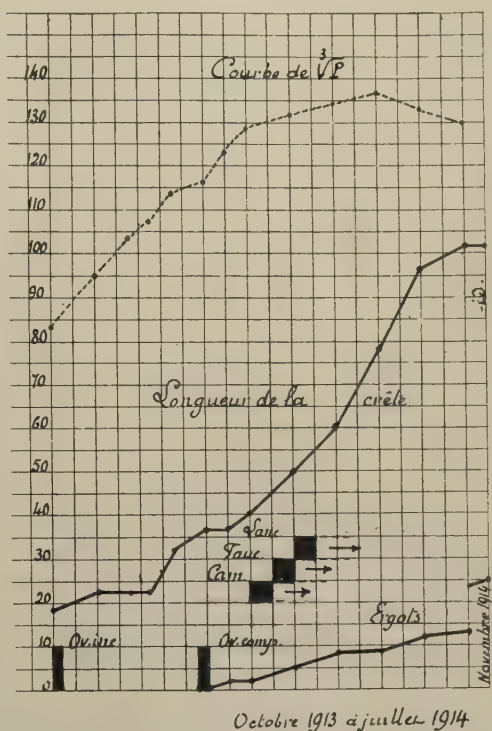


Fig. 67. — Graphique de la poule n° 2 : développement des ergots; poussée du plumage mâle.

Date	Poids		Crête		Plumage	Ergots	Instincts
	En gr.	$\frac{3}{4} P$	Long.	Aspect			
13 octobre .	589	83,8	18,3	»	poulette	0	nuls
23 octobre .	632	89	20,5	farineux	id.	0	nuls
6 novemb..	839	94,5	23,7	id.	id.	0	nuls
28 novemb..	1.081	103	23,7	id.	id.	0	nuls
11 décemb..	1.183	105,5	23,7	id.	id.	cic	nuls
25 décemb..	1.441	113	32,11	id.	id.	cic	nuls
15 janvier .	1.525	115	36,18	id.	poule	cic	pas d'instincts
29 janvier .	1.875	123	36,18	id.	poule	2	id.
12 février .	2.093	127,9	38,18	id.	en évolution	2	id.
26 février .	2.249	131	43,20	id.	id.	4	id.
12 mars .	2.258	131,2	50,22	rouge	cam. fauc. coq	5	id.
9 avril .	2.416	134,1	60,27	rouge	plumage coq	8	id.
7 mai .	2.548	136,7	78,42	rouge érect.	id.	9	battue par coq témoin
4 juin .	2.350	133	95,53	id.	pl. coq comp. en mue	12	id.
2 juillet .	2.194	129,9	102,60	id.	id.	13	id.

A l'autopsie, aucun reste d'ovaire.

N° 3. — Race beauceronne (plumage blanc) même couvée. Ovariectomisée le 9 décembre. Ovaire développé mais non fonctionnel ; mêmes dimensions que dans les cas précédents. — Crête et barbillons non développés. Pas d'ergots. — Poids de l'animal au moment de l'opération : 1.260 gr.

(Voir graph. fig. 68.)

	Poids		Longueur de la crête	Ergots	Observations	
	Engr.	$\frac{s}{p}$			Plumage	Instincts
23 octobre . . .	777	92	15	0	poulette	nuls
6 novembre . . .	957	98,5	18	0	»	nuls
28 novembre . . .	1.195	105	22	0	»	nuls
11 décembre . . .	1.267	107	25	0	»	nuls
25 décembre . . .	1.381	111	25	2	»	nuls
15 janvier 1914 . . .	1.557	116	27	3	»	nuls
29 janvier . . .	1.568	116	30	5	»	nuls
12 février . . .	1.564	116	30	5	en évolut. : prend pl. ♂	n. coc. p. autres coqs
26 février . . .	1.646	118,4	30	7	prend camail et fauc.	id.
12 mars . . .	1.588	116,7	30	10	cam. lanc. fauc.	id.
9 avril . . .	1.616	117,3	32	12	coq	id.
7 mai . . .	1.635	117,7	34	14	coq (maintien)	id.
4 juin . . .	1.218	106,8	35	15	id.	id.
2 juillet . . .	1.074	102,5	37	16	id.	id.
24 novembre . . .	—	—	50,15	25	id.	id.

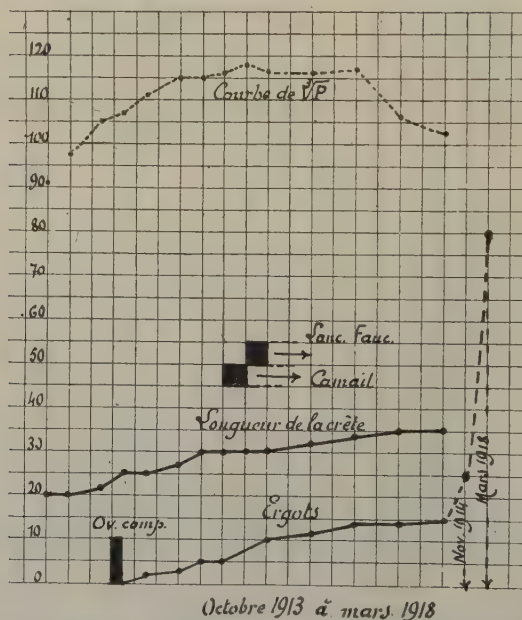


Fig. 68. — Graphique de la poule n° 3 ; développement des ergots. -

N° 4. — Race ordinaire (plumage blanc jaunâtre), même couvée que la précédente. Ovariectomisée le 1^{er} juillet. Ovaire développé mais non fonctionnel formant mince bande longitudinale appendue à la voûte lombaire. Crête et barbillons non développés. Pas d'ergots. Poids de l'animal le jour de l'opération : 785 gr.

Nous ne constatons en décembre aucune croissance des ergots. La première opération est vérifiée. Nous observons un morceau d'ovaire resté en place ; il s'est développé et fournit de œufs.

(Voir graph. fig. 69).

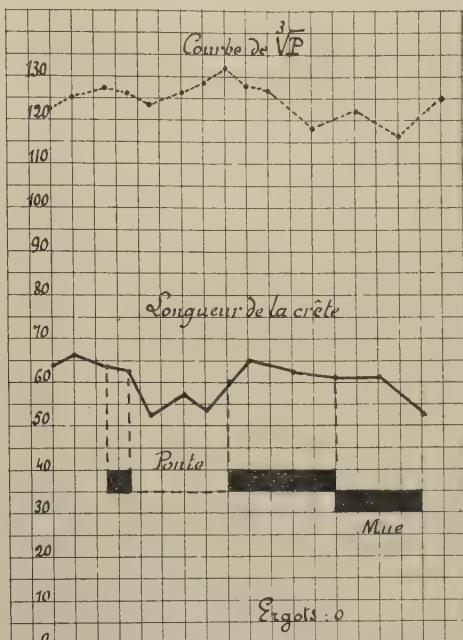


Fig. 69. — Graphique de la poule n° 4.

Octobre 1913 à juillet 1914.

	Poids		Crête		Ergots	Plumage	Instinct
	Engr.	$3\sqrt{P}$	Longueur	Aspect			
1 ^{er} juillet . .	785	92	nulle	—	0	poulette	nuls
23 octobre . .	1.898	123,5	65.37	rose	cicat.	poule	»
6 novembre .	1.985	125	67.41	»	0	id.	»
28 novembre .	2.090	127	65.42	»	0	id.	ponte, inst. sexuels (1 œuf)
11 décembre .	2.008	126	63.34	»	0	id.	ne pond plus
25 décembre .	1.931	124	53.27	farineux	0	id.	»
15 janvier . .	2.053	126	56.28	»	0	id.	»
29 janvier . .	2.137	128	54.27	»	0	id.	»
12 février . .	2.293	132	60.36	rouge	0	id.	ponte à partir du 7 février
26 février . .	2.113	128,3	65.37	»	0	id.	»
12 mars . . .	2.015	126,3	64.36	»	0	id.	»
9 avril . . .	1.603	117	62.33	»	0	mue ↑	»
7 mai . . .	1.794	121,6	61.32	pâlit	0	id.	ne pond plus
4 juin . . .	1.570	116,1	61.33	farineux	0	id. ↓	»
2 juillet . . .	1.904	123,9	54.28	»	0	fin de mue ↓	»

N° 5. — Race cou-nu. Plumage gris. Elevage de la Station. — Née le 10 mai 1914. Non ovariectomisée.

(Voir graph. fig. 70)

Date	Poids		Crête		Plumage	Ergots	Instincts
	En gr.	$\frac{3}{4}$ p.	Longueur	Aspect			
1 ^{er} juillet . .	795	92,8	»	»	poulette	0	0
23 octobre . .	1.646	117	65.32	ass. rou.	id.	0	ne pond pas
6 novembre . .	1.922	124	65.33	id.	id.	0	id.
28 novembre . .	1.818	122	67.35	id.	id.	0	id.
11 décembre . .	1.865	123	68.35	id.	id.	cic	id.
25 décembre . .	1.840	122,5	58.32	farineux	id.	cic	id.
15 janvier . .	1.869	123	64.37	id.	id.	cic	id.
29 janvier . .	1.913	124	58.29	id.	id.	cic	id.
12 février . .	2.001	126	63.33	rougeâtre	id.	cic	id.
26 février . .	1.801	121,7	63.34	id.	id.	cic	pond le 20 fév.
12 mars . .	1.651	118,2	61.30	rouge	id.	cic	pond
9 avril . .	1.591	116,9	61.30	id.	id.	cic	id.
7 mai . .	1.627	117,6	60.29	farineux	Mue	cic	ne pond plus
4 juin . .	1.315	109,6	53.28	id.	id.	cic	id.
2 juillet . .	1.659	118,4	57.30	id.	id.	cic	id.

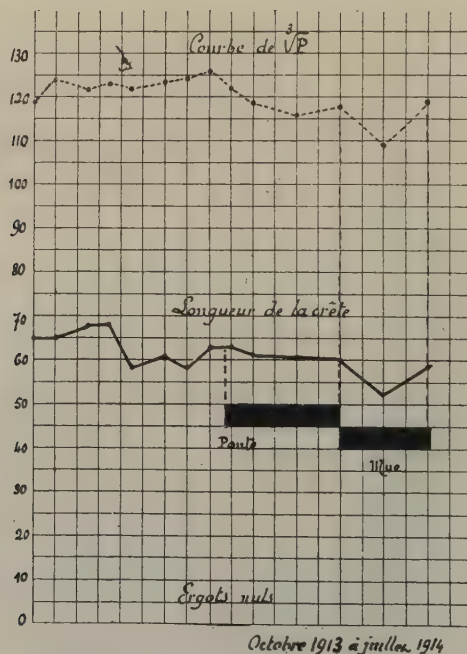


Fig. 70. — Graphique de la poule n° 5.

N° 6. — Poule noire. Race ordinaire. Intéressante à cause du développement des ergots. Ergots 3mm. Ne poussent pas pendant que l'animal reste en expérience.

(Voir graph. fig. 71.)

Date	Poids		Crête		Plumage	Ergots	Instincts
	En gr.	$\sqrt[3]{V.P.}$	Longueur	Aspect			
28 novembre .	1.915	124	75.41	rouge	queue dr. nif. nl c.	3	ne pond pas
11 décembre .	1.875	123,3	74.38	id.	id.	3	id.
25 décembre .	1.977	125,5	74.41	id.	id.	3	id.
15 janvier . .	1.990	125,9	73.40	id.	id.	3	id.
29 janvier . .	2.098	128,0	76.40	id.	id.	3	id.
12 février . .	2.163	129,2	77.41	id.	id.	3	id.
26 février . .	2.140	129,0	81.45	id.	id.	3	pond 17 février
12 mars . . .	2.003	126,0	80.46	id.	id.	3	pond
9 avril . . .	1.901	123,8	80.45	id.	id.	3	id.
7 mai . . .	1.970	125,3	78.42	id.	id.	3	id.
4 juin . . .	1.602	116,9	78.43	id.	en mue	$\updownarrow$	ne pond pas
2 juillet . .	2.064	127,3	77.38	id.	id.		id.

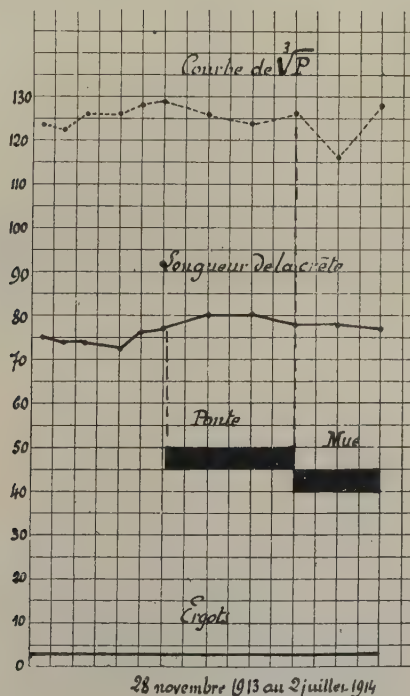


Fig. 71. — Graphique de la poule n° 6.

3° *Discussion.* — a) *Caractères généraux.* — La comparaison des graphiques et des photographies des animaux en expérience nous fournit des données intéressantes.

Dans les trois cas d'ovariotomie complète il s'est produit une évolution très nette vers la forme mâle. Chez la poule n° 1, cette évolution s'est traduite par la poussée des ergots et l'apparition d'un camail ; chez les poules n° 2 et n° 3, la transformation a été



Fig. 72. — Pattes de la poule n° 1 (photographie prise en janvier 1914); ergots développés.

plus complète, puisqu'elle englobe le plumage complet et le maintien.

La poule ovariectomisée ressemble extérieurement à un coq. Elle en a la démarche fière, orgueilleuse, se tenant presque verticalement et marchant à grandes et lentes enjambées. Cependant, au point de vue sexuel, elle ne manifeste pas d'instincts. Elle ne cherche pas à cocher les autres poules, mais les coqs ne la traitent pas davantage en femelle. D'autre part, ils ne la considèrent pas comme un rival, car ils ne lui cherchent pas querelle.

Nous ne l'avons pas vue témoigner les instincts de couveuse, ni conduire des bandes de poussins.

b) *Plumage*. — Si nous nous en tenons aux n^{os} 2 et 3, nous pouvons conclure qu'il n'y a aucune différence de plumage entre la poule masculinisée et le coq ; le camail et les lancettes sont formées par des plumes fines et soyeuses ; les faucilles, grandes et petites, s'allongent en arrière et se recourbent comme chez le mâle.

L'acquisition du plumage mâle s'est effectuée suivant le même rythme que chez le coq : une fois commencée (fig. 74), elle s'est achevée rapidement et complètement. Elle n'a pas suivi immé-

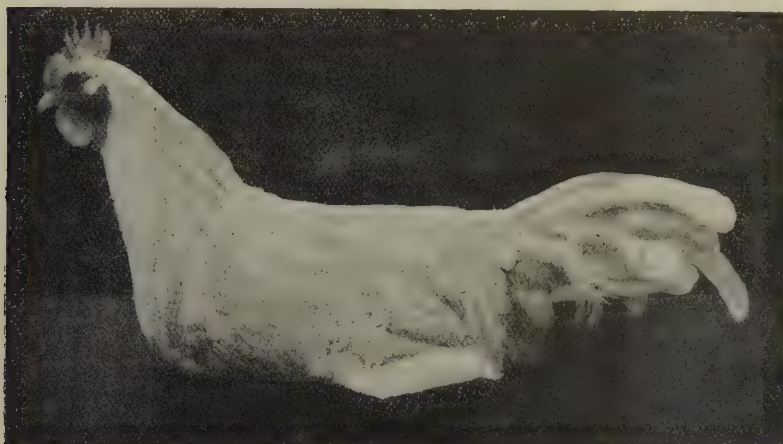


Fig. 73. — Photographie de la poule n° 2 (prise en août 1914) : le plumage a pris les caractères mâles ; camail, lancettes, faucilles.

diatement l'ablation de l'ovaire : il fallut attendre quelques semaines : le camail apparut, suivi de près par les lancettes et les faucilles. On eût cru assister à la métamorphose de puberté d'un jeune coq, à la crête près, toutefois (fig. 73 et 75).

En tout cas, ce double caractère de rapidité et d'intégralité introduit une différence entre la marche de la masculinisation par ovariectomie et la masculinisation par sénilité. Ici, le phénomène ne se produit que graduellement, à la faveur de plusieurs mues successives ; fréquemment, il n'aboutit tout d'abord qu'à une ressemblance partielle entre la femelle et le mâle. L'année suivante, à l'occasion d'une nouvelle mue, le nouveau plumage se dessine

davantage et ressemble alors à celui d'un mâle dont les couleurs seraient toutefois un peu ternes. Dans la suite, la ressemblance devient plus grande encore. Tel est le cas d'une faisane commune, âgée de 5 ans, observée par Is. GEOFFROY SAINT-HILAIRE chez laquelle le changement se produisit d'abord au ventre, puis au cou, enfin sur le reste du corps — de même le cas de la cresserelle, relaté par PESEUX-RICHARD.

Quelle est la raison de cette différence ? Il faut l'attribuer, sans



Fig. 74. — Photographie de la poule n° 3 prise en février 1914 : développement des ergots ; le camail commence à pousser.

nul doute, à la façon suivant laquelle s'effectue, dans chaque cas, la suppression de la fonction ovarienne. La castration expérimentale supprime brusquement, *in toto*, la cause qui empêchait la poussée du plumage mâle : celui-ci s'épanouit complètement en une seule fois. Dans la castration par sénilité, il se produit plutôt une atrophie graduelle de l'ovaire : la cause qui permet la poussée du plumage mâle est en quelque sorte fractionnée et l'acquisition des caractères masculins ne peut se faire que par degrés.

L'examen des graphiques (fig. 66, 67, 68) nous permet en outre de fixer le moment favorable pour la poussée du plumage. Elle ne s'est pas produite chez l'animal n° 1 où cependant l'ablation a été complète ; par contre, dans les deux autres cas, elle a eu lieu, mais avec un retard de quatre mois environ, par rapport au moment où l'ovariotomie a été pratiquée. Cela prouve



Fig. 75. — Photographie de la poule n° 3 prise en avril 1914 : la métamorphose du plumage est terminée (camaïl, lancettes, faucilles) ; la crête est restée petite.

que le plumage ne peut être influencé qu'au moment de ses poussées périodiques et en particulier de la mue. Dans le cas où l'animal meurt avant d'avoir mué, l'ovariotomie ne produit pas d'effets sensibles sur le plumage (n° 1) ; dans le cas des n°s 2 et 3, le retard de quatre mois est celui qui sépare l'opération de la mue suivante, mue qui a été constatée, non seulement chez les sujets opérés, mais chez les témoins normaux.

Il est possible d'interpréter certains cas d'*arrhénoïdie temporaire* observés par HUNTER sur une femelle de paon, par HOMÉYER sur une poule et par DEBREUIL sur une faisane de Swinhoë. Il s'agit, dans chacun de ces trois cas, de femelles qui avaient pris le plumage de mâle après deux ou plusieurs mues successives ; mais, chose inattendue, après une nouvelle mue, elles subissent une transformation inverse et reprennent le plumage de leur sexe. Nous nous trouvons vraisemblablement en présence d'un virilisme provoqué par une altération temporaire de l'ovaire. Tant que la glande a fonctionné de façon insuffisante, le virilisme s'est produit et s'est accentué. Mais, que l'ovaire guérisse et retrouve son fonctionnement normal, l'animal à la mue suivante reprendra son plumage femelle ⁽¹⁾. Il va sans dire qu'une étude histologique de l'ovaire, chez les animaux en question, aurait été nécessaire pour confirmer cette manière de voir : étude où il eût fallu rechercher soigneusement la trace possible des altérations antérieures.

c) *Ergots*. — Si nous portons notre attention sur les ergots, (fig. 72) nous constatons une identité remarquable entre leur croissance et la croissance des ergots du coq. Comme chez ces derniers, la courbe de croissance, en fonction du temps, est rectiligne ; nous en concluons de même que la vitesse de croissance est uniforme. Déterminons cette vitesse et, pour cela, notons la longueur finale de l'ergot et la durée de croissance ; le quotient nous fournira l'allongement moyen par mois (fig. 66, 67, 68).

Nos	Durée de croissance (en mois)	Longueur finale (en mm.)	Allongement mensuel (en mm.)
1 . .	4 mois 1/2	8	1 mm. 8
2 . .	7 mois	13	1 mm. 8
3 . .	11 mois	25	2 mm. 1

Les ergots se sont allongés de 2 millimètres par mois, envi-

(1) Une étude intéressante de A. GALLARDO nous fournit une preuve à l'appui de cette manière de voir : il s'agit d'une femme de 22 ans chez laquelle se développent les caractères masculins : barbe sur la lèvre, le menton, les joues, le ventre, les fesses et les jambes ; hypertrophie du clitoris ; voix rauque ; atrophie des seins ; disparition des règles. L'examen clinique révèle une tumeur : c'est un kyste séreux de l'ovaire droit qui est enlevé. Après l'ablation, la menstruation réapparaît, et la femme devient grosse. Les poils tombent pendant la grossesse et disparaissent complètement après l'accouchement. Les seins reprennent leur développement normal : le clitoris seul reste hypertrophié.

ron, nombre égal à celui que nous ont fourni les coqs entiers ou castrés ⁽¹⁾.

Cette observation vient à l'encontre des conclusions formulées par GEOFFROY SAINT-HILAIRE relativement à la croissance des ergots chez les poules masculinisées, croissance qu'il déclare moins rapide. En réalité, la contradiction n'est qu'apparente : GEOFFROY SAINT-HILAIRE a étudié des poules où les caractères mâles résultaient d'une atrophie sénile ou pathologique de l'ovaire ; dans chacune de ces hypothèses, l'ergot ne peut atteindre la longueur qu'il présente chez un coq de même âge, soit que la poussée de l'ergot ait commencé très tard, soit même qu'il y

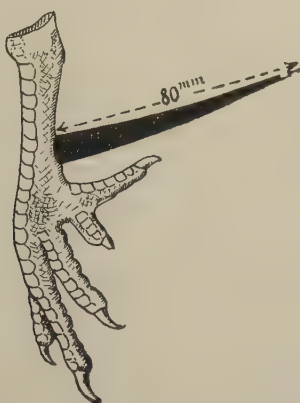


Fig. 76. — Pattes de la poule n° 3 en mars 1918 : ergots très longs.

ait eu, en cours de masculinisation, quelques reprises fonctionnelles de l'ovaire.

En examinant, sur les graphiques, le moment où les ergots ont apparu et la date de l'ovariotomie, nous trouvons une relation de temps différente de celle que nous avons constatée au sujet du plumage. L'apparition de l'ergot suit presque immédiatement l'opération, à quelques jours d'intervalle. C'est que nous avons affaire, dans ce cas, à un organe à croissance continue et non plus à poussée périodique : il est susceptible de se développer à chaque instant pourvu que l'on supprime l'action empêchante de l'ovaire. Bien plus, l'ergot pourra évoluer longtemps seul, à l'exclusion du plumage dans le cas où la mue ne se

(1) Chez la poule n° 3, les ergots atteignent 80mm en avril 1918 (fig. 76).

produit que tardivement. C'est pourquoi nous considérons l'ergot comme un réactif plus sensible, plus constant que le plumage. L'animal n° 1, autant que la poule gynandromorphe, dont il a été question précédemment illustrent cette manière de voir.

d) *Organes érectiles*. — La question des organes érectiles est plus complexe que nous l'avions supposé au début. La poule ovariectomisée, pensions-nous, ne prend pas la crête sanglante et érectile du coq. Cependant sa crête n'est pas non plus celle du castrat. Si nous examinons le développement de la crête chez la poule n° 1, nous constatons sans doute que cet organe ne s'est pas développé d'une façon excessive et qu'il a conservé des dimensions comparables à celle des coqs castrés ou des poules normales ; l'aspect est identique, un peu rougeâtre ; la crête n'est pas dressée, mais elle retombe latéralement. — Chez la poule n° 2 (fig. 67), conservée beaucoup plus longtemps, l'évolution de la crête s'est poursuivie régulièrement, d'une façon inaccoutumée, et cet organe a atteint des dimensions comparables à celle des mâles ; il y a lieu de remarquer toutefois que ce développement est resté fonction de la croissance du corps et qu'il s'est arrêté presque en même temps. Nous avons en somme affaire à un phénomène progressif exagéré sans point d'hétérogonie bien marqué (fig. 67).

La poule n° 3 nous offre un phénomène semblable, mais atténué : la crête, d'abord très petite, grandit et devient même rutilante, elle n'atteint pas cependant la dimension qu'elle aurait chez un coq normal (fig. 68 et 75).

V. Conclusions. — *La suppression de l'ovaire produit, chez les poules, l'apparition des ergots et du plumage mâle (carnail, lancettes, faucilles), elle modifie également le maintien qui devient semblable à celui du coq.* Par contre, elle paraît ne pas avoir beaucoup d'action sur les organes érectiles ; toutefois ceux-ci semblent, à la longue, acquérir une longueur un peu plus grande que chez les poules normales ; cet allongement est en rapport avec la croissance du corps et n'a pas l'allure brusque que nous avons constatée chez le coq.

L'ergot commence sa poussée dès les premiers jours qui suivent l'ovariectomie ; quant à la masculinisation du plumage, elle ne se produit pas tout de suite, mais à la mue suivante. La crois-

sance de l'ergot est uniforme et se fait avec la même vitesse que chez les coqs (2^{mm} par mois, environ); la métamorphose du plumage est *intégrale*, c'est-à-dire qu'elle affecte toutes les parties du plumage et qu'elle est complète pour chacun d'eux.

La poule masculinisée n'est pas traitée comme une femelle par les autres coqs, mais d'autre part, elle n'acquiert pas les instincts sexuels mâles.

Enfin, l'ablation incomplète de l'ovaire n'entraîne pas la masculinisation; *une brîbe de l'organe, laissée en place, suffit pour suppléer à l'organe entier*; comme pour les autres glandes telles que le testicule, la thyroïde, les capsules surrénales, il y a une sécrétion endocrine de luxe.

Il s'ensuit que l'ovaire exerce normalement une action empêchante sur le développement du plumage et des ergots chez la poule. Ces caractères ne peuvent être considérés comme des caractères sexuels secondaires mâles; ce sont de simples caractères somatiques, et c'est en réalité leur absence chez la poule qui contribue un ensemble de caractères sexuels secondaires femelles.

*
* *

VI. Remarques complémentaires. — 1^o *La race Sebright.* — Une récente expérience de MORGAN a fourni des résultats qui ne cadrent pas avec ces conclusions. Cet auteur a expérimenté sur des coqs de race *Sebright*, race très voisine de la souche primitive, et dans laquelle le plumage du coq ressemble à celui de la poule (ni faucilles, ni lancettes). Or, en castrant des coqs de cette race, MORGAN a constaté que le plumage prenait les caractéristiques des coqs ordinaires (plumes recourbées, etc.) d'où il conclut que le testicule exerce, dans ce cas, une action empêchante sur le développement du plumage.

Cette expérience aboutit à des résultats qui viennent à l'encontre de ce que nous avons établi au sujet du rôle habituel du testicule chez les coqs. La glande mâle jouerait, ici, le rôle empêchant que nous avons reconnu à l'ovaire, et le mâle posséderait lui-même, à l'état potentiel seulement, les caractères relatifs au plumage.

Peut-être pourrait-on faire une autre hypothèse au sujet des coqs *Sebright*: dans les conditions normales, leur plumage serait en état de *faux équilibre*, comme l'est celui de *Pyrranga erythromelas* maintenu en cage et bien nourri, durant la saison froide.

Ici, le retour à l'équilibre stable est déclenché par un écart de température en plus ou en moins. Chez les coqs Sebright, la

suppression du faux équilibre pourrait être provoquée par un traumatisme sanglant ; la castration agirait comme telle et la suppression de la glande génitale n'aurait aucune action spécifique. Il y aurait donc lieu de rechercher : 1° si un traumatisme différent peut produire le même effet ; 2° si des transplantations testiculaires ne font pas disparaître le plumage mâle des castrats Sebright.

2° *La forme neutre.* — Il est particulièrement intéressant de constater que la poule ovariectomisée et le coq castré ont un aspect tellement identique que, dans nos élevages, il était impossible, à une personne non prévenue, de distinguer le sexe originel des sujets opérés.

Nous pensons avoir réalisé, d'une façon concrète, tout au moins dans l'espèce *Gallus domesticus*, la forme hypothétique asexuée désignée par certains auteurs, notamment TANDLER et GROSZ, sous le nom de forme neutre. D'après ces deux biologistes, les organes de l'homme évolueraient, en l'absence des glandes génitales, suivant un type *intermédiaire* entre le type masculin et le type féminin ; l'animal asexué serait comme le type fondamental de l'espèce ; il ne se modifierait dans l'un ou l'autre sens que par l'intervention des glandes génitales.

Dans le cas présent, il n'y a pas lieu toutefois de parler d'une forme intermédiaire qui serait obtenue en prenant la moyenne arithmétique de deux individus de sexe différent. Les caractères du *Gallus* neutre sont des caractères intégraux, de l'un ou de l'autre sexe : l'animal asexué est un animal aphone, possédant une crête femelle, armé d'ergots mâles et paré du plumage mâle ; cet ensemble forme le total des caractères somatiques externes influençables.

Dans le courant du développement, et principalement à la puberté, interviennent les harmozones génitales. Elles impriment à l'animal son cachet définitif : du côté mâle, l'harmozone testiculaire provoque le développement *rapide* des organes érectiles, du chant et de l'instinct sexuel ; du côté femelle, l'harmozone ovarienne empêche la croissance du camail, des lancettes, des faucilles, des ergots ; elle règle la croissance de l'oviducte et de ses annexes.

3° *Conditions de l'inversion sexuelle.* — Dès lors, on peut énoncer les conditions de masculinisation externe d'une femelle

et les conditions de féminisation externe d'un mâle, chez l'espèce qui nous occupe. Dans le premier cas, il faudra tout d'abord faire l'*ablation de l'ovaire* afin de supprimer la cause d'arrêt du plumage et des ergots ; puis *introduire* dans le péritoine ou sous la peau du *tissu testiculaire* qui déterminera l'augmentation *rapide* de la crête, l'apparition du chant et des instincts sexuels. Dans le second cas, on pratiquera d'abord l'*extirpation du testicule*, ce qui fera disparaître l'instinct sexuel et le chant ; une *transplantation d'ovaire* arrêtera le développement du plumage mâle et des ergots.

CHAPITRE IX

TRANSPLANTATIONS CROISÉES

Historique. — Expériences de Steinach. — Conditions de l'inversion sexuelle externe chez les Gallinacés. — Expériences personnelles. — Recherches de Goodale. — Conclusions. — Le gynandromorphisme symétrique hétérosexuel. — Interprétation harmozonique. — Parabiose hétérosexuelle et free-martin.

I. Historique. — Les résultats acquis nous conduisent à rechercher les effets produits par l'introduction de la glande génitale de l'autre sexe chez un mâle ou une femelle préalablement castrés. Des expériences de transplantations croisées ont été faites depuis longtemps déjà. HUNTER, le premier, songea à greffer la glande génitale du coq dans la cavité abdominale de la poule : il prétendit que l'organe continuait à y vivre sans altération apparente. Cette opinion a été contredite par RIBBERT, ALESSANDRI, HERLITZKA et enfin CARLO FOA ; d'après eux, la glande dégénérerait peu à peu et se transformerait en tissu conjonctif. C. FOA a fait des transplantations d'ovaires embryonnaires chez des mâles et a observé que l'ovaire ainsi implanté conserve pendant quelque temps sa structure, subit un commencement de développement et ensuite s'atrophie.

Les faits les plus nets dans cet ordre d'idées, ont été apportés par STEINACH. Il insère sous la peau ou dans le péritoine de cobayes ou de rats *mâles* préalablement castrés des fragments

d'ovaires de même espèce et de même âge. Dans 45 0/0 des cas, les ovaires croissent et mûrissent. En même temps, les caractères sexuels secondaires femelles apparaissent : les mamelles se développent, le squelette, le pelage prennent leurs caractéristiques féminines ; les productions adipeuses de l'abdomen se forment au point voulu. Il en va de même pour les caractères psychiques : rats et cobayes castrats ovariophores sont indifférents vis-à-vis des femelles — mais, mis au contact d'un mâle, ils présentent le réflexe caudal sexuel et le réflexe défensif. Enfin ces castrats ovariophores sont considérés comme des femelles par les mâles entiers et provoquent les mêmes réactions sexuelles que la femelle normale, moins complètes toutefois. — D'autre part, STEINACH transplante des testicules à des femelles préalablement castrées : il observe que les caractères femelles ne se développent pas.

Dans le même ordre d'idées WALKER injecte journellement à deux poules et pendant plusieurs mois de suite, de l'extrait testiculaire de coq : la crête et les barbillons grandissent, prennent une coloration plus vive et atteignent au bout de cinq mois leur maximum ; les poules acquièrent en outre le maintien du coq. — G. SMITH, il est vrai, a repris ces expériences et en conteste l'interprétation. Il a bien obtenu l'augmentation de la crête (130 au lieu de 100, en trois semaines) chez une poule en expérience, mais il a observé une augmentation comparable chez une poule témoin : d'après cet auteur, ces variations correspondraient à une infiltration graisseuse du centre de la crête, infiltration qui précède chaque période de ponte et se résorbe ultérieurement.

MEISENHEIMER a fait des transplantations croisées sur des chenilles d'*Ocneria dispar*, castrées entre la 2^e et la 3^e mue : il introduit, dans chacune, les glandes génitales du sexe opposé et ces glandes se développent dans la suite : il n'observe ici aucune altération dans les caractères sexuels secondaires du papillon. KOPEC lui aussi, transplante des glandes génitales d'un sexe à l'autre, chez les Lépidoptères, ou bien injecte à des individus préalablement castrés, soit de la substance de glande génitale broyée, soit même du liquide de la cavité générale d'individus de sexe opposé : il n'obtient aucun changement morphologique chez les animaux opérés.

En somme, il ressort de ces différentes recherches que les transplantations croisées sont efficaces chez les Mammifères, sans action chez les Insectes, tandis que leur action paraît discutable chez les Oiseaux.

II. Recherches personnelles. — 1° *Discussion préalable.* —

Nous avons fait quelques expériences de transplantations croisées. Afin d'échapper aux critiques invoquées par G. SMITH relativement aux expériences de WALCKER, nous nous sommes préoccupé tout d'abord de déterminer la marche et le moment de l'augmentation de la crête chez la poule normale en état de ponte. Examinons, à ce point de vue les trois poules témoins de la série ovariectomisée : on trouvera, dans les graphiques nos 69, 70, 71, les résultats relatifs à ces trois animaux.

De l'examen de ces graphiques, il ressort nettement que chez les trois poules en question, il y a parallélisme très net entre la ponte et l'augmentation de longueur de la crête.

Amplitude de la variation : n° 4.	65-53-65, soit $\frac{130}{106}$
— — — — — n° 5.	58-63, soit $\frac{126}{116}$
— — — — — n° 6.	73-82, soit $\frac{164}{146}$

Nous retrouvons pour le n° 4 le rapport indiqué par G. SMITH. Ces variations ne sont pas comparables aux oscillations du poids, qui sont, proportionnellement, beaucoup plus faibles ; d'autre part, il semble bien que la diminution de la crête qui suit immédiatement la ponte d'été coïncide avec la mue, comme le montrent les trois graphiques.

*
* *

2° *Transplantations de testicule chez la poule.* — Nos expériences ont tout d'abord porté sur quatre poules numérotées 7, 8, 9 et 10 ; les nos 7, 8 et 10 sont ovariectomisées, incomplètement, il est vrai (bribes d'ovaire constatées à l'autopsie). Les nos 7 et 8 reçoivent au moment de l'opération des fragments de testicule de coqs de même couvée ; le n° 10 ne reçoit aucune transplantation ; l'animal n° 9 est conservé comme témoin normal.

Les nombres relatifs à ces quatre animaux ont servi à établir le graphique fig. 77. — La poule n° 7, photographiée en janvier 1913, est représentée fig. 78 (à gauche).

N° 7. — Poule race cou-nu née en juillet 1912. Ovariectomisée incomplètement le 11 novembre 1912. — Reçoit fragments de testicule dans cavité péritonéale, à droite.

(Voir graph. fig. 77.)

Date	Poids		Crête		Ergots	Plumage	Remarques
	Engr.	$\frac{3}{4}P$	Dimens.	Aspect			
11 novembre .	2.121	128	56.32	farineux	0	poule	aucun instinct
25 novembre .	2.027	127	53.34	»	0	»	n'a pas pondu
9 décembre .	2.071	127,5	58.33	»	0	»	»
23 décembre .	2.254	130	62.37	»	0	»	»
6 janvier . .	2.350	123	77.49	»	0	»	»
20 janvier . .	2.476	135	80.51	rutilant	0	»	»
10 février . .	2.700	139	84.47	»	0	»	»
24 février . .	2.739	140	82.48	»	0	»	»
10 mars . . .	2.800	141	87.54	»	0	»	»
24 mars . . .	2.780	141	85.54	»	0	»	»
1 ^{er} avril . . .	2.728	139	90.54	»	0	»	»
21 avril . . .	2.700	139	89.54	»	0	»	»
12 mai . . .	2.810	141	94.60	»	0	»	»

Autopsie. — A l'autopsie, nous constatons une brique ovarienne assez importante ; on y trouve des œufs aux divers stades de développement, mais non encore mûrs. Oviducte normal. Quelques nodules blancs dans le péritoine, structure indifférenciée.

Foie énorme, jaunâtre : 57 grammes.

Graisse très développée. Masse adipeuse péritonéale : 240 grammes.

Discussion. — Chez les poules n°s 7 et 8, nous avons déclenché une croissance de la crête plus rapide que chez les deux témoins. Le cas du n° 7 est particulièrement démonstratif ; en 3 mois, la longueur de la crête a augmenté de 56 millimètres à 84 millimètres suivant une marche qui rappelle celle que nous avons observée constamment dans les graphiques relatifs aux coqs. Si l'on compare cet allongement à celui que présente la crête de la poule n° 9, où nous retrouvons les fluctuations en rapport avec la ponte, on est obligé d'admettre que l'introduction de tissu testiculaire a eu une influence marquée sur le développement des organes érectiles : la photographie de l'animal n° 7 comparée à celle d'un témoin de même portée n'est pas moins suggestive (fig. 78). La crête du n° 8 a moins subi

N° 8. — Poule race cou-nu, née en juillet 1912. — Partiellement ovariotomisée le 11 novembre 1912. — Reçoit à droite, dans la cavité péritonéale, des fragments de testicule de coq de même âge (fig. 77).

Date	Poids		Crête		Ergots	Plumage	Remarques
	Engr.	$\sqrt[3]{P}$	Dimens.	Aspect			
11 novembre .	1.759	121	40.24	farineux	0	poule	aucun instinct
25 novembre .	1.642	118	43.24	»	0	»	n'a pas pondu
9 décembre .	1.785	121	46.28	»	0	»	»
23 décembre .	1.900	124	51.32	»	0	»	»
6 janvier . .	1.740	120	57.31	»	0	»	»
20 janvier . .	1.935	125	54.39	»	0	»	»
10 février. . .	1.787	122	56.31	»	0	»	»
24 février. . .	1.548	116	51.25	»	0	»	»
10 mars . . .	1.655	118	47.21	»	0	»	»
24 mars . . .	1.766	121	54.28	»	0	»	»
7 avril. . . .	1.612	117	56.28	»	0	»	»
21 avril. . . .	1.613	117	55.25	»	0	»	»
4 mai	1.610	117	54.25	»	0	»	»

Meurt accidentellement le 6 mai 1913.
 Brique d'ovaire normal en place.
 Foie énorme, jaunâtre : 49 gr.

l'action du tissu testiculaire : cela peut tenir à ce que les bribes d'ovaire laissées accidentellement en place neutralisent l'action du tissu testiculaire. — Ces deux animaux n'ont pris ni le plumage, ni les ergots du coq : rien de plus naturel étant donné la présence de tissu ovarien.

Il est à remarquer enfin que la crête du n° 10 a été d'une constance remarquable : ce fait coïncide avec un état infantile de l'ovaire que nous trouvons en place, à l'autopsie, mais chargé d'ovules non encore mûrs ; l'animal en question a manifesté dans les deux derniers mois (avril et mai) des instincts d'incubation très vifs : pendant ce temps, le poids a diminué de près de 300 gr. et finalement la crête a quelque peu régressé : bien que nous n'ayons pas fait d'expériences systématiques à cet égard, nous avons tout lieu de croire que ces modifications accompagnent habituellement la période d'incubation.

N° 9. — Poule témoin, race cou-nu. — Née en juillet 1912 (fig. 77).

Date	Poids		Crête		Ergots	Plumage	Remarques
	Engr.	$\frac{3}{V}P$	Dimens.	Aspect			
11 novembre . . .	2.285	131	60.31	farineux	0	poule	instincts de femelle
25 novembre . . .	2.267	130	62.39	»	0	»	»
9 décembre . . .	2.285	131	63.39	»	0	»	»
23 décembre . . .	2.235	130	61.33	»	0	»	»
6 janvier . . .	2.311	132	54.25	»	0	»	»
20 janvier . . .	2.407	134	56.28	»	0	»	»
10 février . . .	2.556	137	65.38	rougeâtre	0	»	ponte à partir du 10 fév.
24 février . . .	2.479	135	66.37	»	0	»	»
10 mars . . .	2.537	136	65.47	»	0	»	»
24 mars . . .	2.502	136	67.37	»	0	»	»
7 avril . . .	2.473	135	68.36	»	0	»	»
21 avril . . .	2.382	133	66.36	»	0	»	»
12 mai . . .	2.602	138	68.38	»	0	»	»

Autopsie le 12 mai 1913. — Ovaire développé et normal. Oviducte normal.
Foie blanchâtre énorme: 92 gr.
Graisse très développée. — Masse adipeuse péritonéale: 190 gr.

Conclusion. — L'introduction de tissu testiculaire dans la cavité péritonéale de la poule peut provoquer un développement plus rapide de la crête; celle-ci devient plus longue, plus rutilante. Il ne nous a pas semblé que les transplantations étaient durables.

*
* *

3° *Transplantation d'ovaire chez un coq.* — Inversement, nous avons, par la même occasion, transplanté dans la cavité péritonéale d'un coq castré, les fragments d'ovaire obtenus dans les opérations précédentes; la castration ayant été incomplète, le coq, après avoir présenté une réduction remarquable de la crête (suivant la formule parabolique), a repris son évolution progressive. Le plumage lui-même, qu'il était dans notre intention de modifier profondément, ne paraît pas avoir été affecté par l'introduction de la glande génitale femelle. Toutefois un résultat est à noter: il apparaît nettement, sur le graphique, que les ergots se sont développés, au début, beaucoup moins vite chez le coq

N° 10. — Poule témoin. — Race beauceronne blanche. — Ovariectomisée incomplètement le 12 novembre 1912 (fig. 77).

Date	Poids		Crête		Ergots	Plumage	Remarques
	Engr.	$\frac{3}{V}P$	Dimens.	Aspect			
12 novembre	1.498	114	55.26	farineux	0	poule	ne pond pas
25 novembre	1.446	113	56.27	"	0	"	"
9 décembre	1.417	112	55.27	"	0	"	"
23 décembre	1.200	106	56.27	"	0	"	"
6 janvier	1.332	109	54.25	"	0	"	"
20 janvier	1.427	113	53.25	"	0	"	"
10 février	1.459	113	51.23	"	6	"	"
24 février	1.527	115	50.21	"	0	"	"
10 mars	1.684	119	52.24	"	0	"	"
24 mars	1.528	115	50.23	"	0	"	"
7 avril	1.620	118	50.21	"	0	"	manifeste pen-
21 avril	1.762	121	52.23	"	0	"	dant les mois
4 mai	1.460	112	50.21	"	0	"	d'avril et mai des
19 mai	1.330		45.20	"	0	"	inst. de couveuse

Autopsie le 19 mai 1913. — Bribe d'ovaire en place, mais ovules non évolués ; l'ovaire a l'aspect jeune.
 Foie rouge et moyen : 27 gr
 Graisse peu développée ; masse adipeuse péritonéale : 80 gr.

ovariophore que chez le témoin ; dans la suite la vitesse de croissance a augmenté et est redevenue comparable à celle des ergots normaux (Voir tab. p. 153, 154 et fig. 79).

Il semble bien que l'animal ait été soumis à deux influences successives : au début, celle de l'ovaire implanté qui a exercé son action empêchante sur l'ergot, ensuite celle des nodules de régénération qui lui ont rendu au castrat incomplet son facies masculin.

Ces expériences ont été reprises en 1916 par GOODALE. Cet auteur opère sur de tout jeunes coqs castrés et leur transplante des ovaires de poulettes : le plumage mâle et les ergots ne se développent pas et la féminisation est complète ; notre hypothèse relative à l'action empêchante de l'ovaire se trouve ainsi solidement établie.

Conclusion. — La transplantation d'ovaire est possible chez le coq jeune : elle amène une diminution dans la croissance des

N° 30. — Coq race cou nu. Né en juillet 1912.

Castré le 11 novembre 1912. — Reçoit à droite dans la cavité péritonéale, des fragments d'ovaire de poule de même portée.

(Voir graph. fig. 78).

Date	Poids		Crête		Ergots	Plumage	Remarques
	Engr.	$\frac{3}{4}P$	Dimens.	Aspect			
11 novembre .	1.840	122	84.45	sanglant	9	coq	instincts sexuels, chant
25 novembre .	1.702	119	66.36	blanchâtre	10	»	Instincts abolis
9 décembre .	1.795	121	59.30	»	11	»	»
23 décembre .	1.922	124	56.29	»	11	»	»
6 janvier .	1.822	122	70.32	»	12	»	»
20 janvier .	1.958	125	80.45	sanglant	12	»	»
10 février .	2.038	126	100.51	»	14	»	»
24 février .	2.005	125	100.52	»	14	»	»
10 mars .	2.037	126	105.55	»	14	»	instinct sexuel reparait
24 mars .	2.007	125	108.68	»	14	»	»
7 avril .	1.965	125	104.60	»	15	»	»
21 avril .	1.849	122,5	105.57	»	16	»	»
12 mai .	1.952	125	108.55	»	18	»	»

A l'autopsie: nodule testiculaire bourgeonnant dont le poids total est 1 gr. 5. — Pas de canaux déférents.
Foie: 31 gr.
Adiposité moyenne; masse adipeuse péritonéale: 55 gr.

ergots et empêche l'acquisition du plumage si caractéristique du coq: camail, lancettes et faucilles ne se développent pas.

III. Gynandromorphisme symétrique hétérosexuel. — Ces quelques expériences des transplantations croisées nous conduisent à une explication de quelques cas de gynandromorphisme considérés comme particulièrement irréductibles à la théorie des hormones. Il s'agit d'animaux qui possèdent une répartition égale, par moitiés symétriques, des caractères des deux sexes, et chez lesquels l'autopsie révèle un ovaire et un testicule. Le pinson décrit par MAX WEBER possède, à gauche, le plumage d'une femelle, à droite le plumage du mâle; intérieurement, il possède un ovaire à gauche et un testicule à droite; si les caractères sexuels secondaires sont conditionnés par des hormones,

N° 31. — Coq race mélangée. — Même âge (Fig. 78).

Date	Poids		Crête		Ergots	Plumage	Remarques
	Engr.	$\sqrt[3]{P}$	Dimens.	Aspect			
11 novembre . . .	2.225	130	100.60	sanglant	4	coq	instincts norm.
25 novembre . . .	2.367	133	107.62	»	6	»	»
9 décembre . . .	2.252	131	111.62	»	7	»	»
23 décembre . . .	2.390	134	115.68	»	8	»	»
6 janvier . . .	2.450	134,5	116.72	»	10	»	»
20 janvier . . .	2.470	135	115.75	»	12	»	»
10 février . . .	2.571	137	119.74	»	15	»	»
24 février . . .	2.603	138	122.78	»	18	»	»
10 mars . . .	2.645	139	120.75	»	18	»	»
24 mars . . .	2.573	137	120.75	»	20	»	»
7 avril . . .	2.555	136	120.80	»	20	»	»
21 avril . . .	2.520	136	120.81	»	22	»	»
12 mai . . .	2.591	137	122.77	»	23	»	»

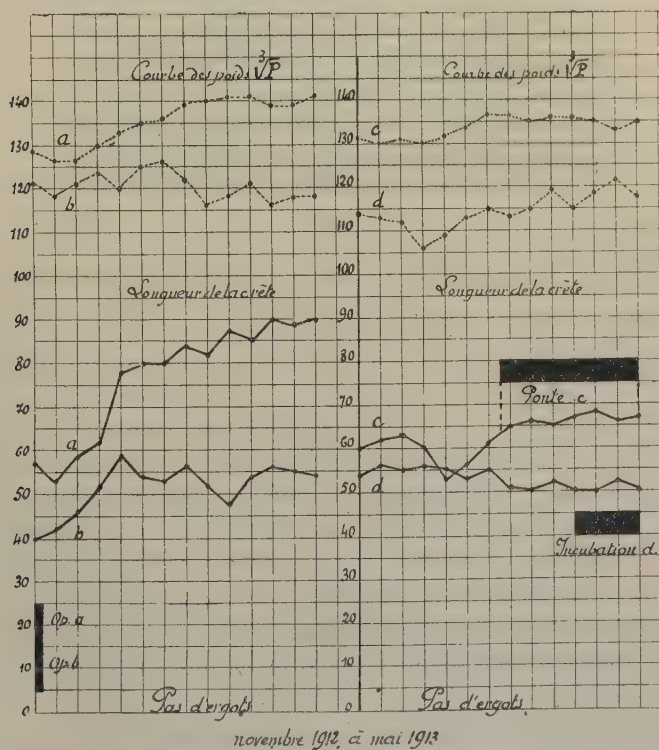


Fig. 77. — Graphiques des poules nos 7 (notée a), 8 (b), 9 (c), 10 (d), a et b : poules ayant reçu du tissu testiculaire; c et d, poules témoins; développement rapide de la crête chez a et b.

transportées par le sang, l'action ne peut manquer d'être la même sur les deux moitiés et celles-ci ne devraient jamais acquérir un aspect différent.

1° *Interprétation harmozonique du gynandromorphisme.* — La contradiction est beaucoup plus apparente que réelle. Elle ne serait insurmontable que si l'on admettait que l'harmozone crée d'emblée le caractère sexuel secondaire, qu'elle en constitue en quelque sorte l'élément synthétique. Mais tel n'est pas le cas. L'harmozone est un excitant de la croissance, son action se fait sentir sur des caractères somatiques auxquels elle imprime une direction spéciale : elle agit, avons-nous vu, en déplaçant des



Fig. 78. — Photographie de la poule n° 7 et d'une poule de même couvée (prise en janvier 1913). A gauche, n° 7 : grand développement de la crête.

équilibres. Il y a en réalité deux facteurs en présence : *le caractère somatique influencé et l'harmozone génitale influençante.*

Cela posé, nous ferons remarquer tout d'abord que la réussite des transplantations croisées nécessite une *condition primordiale* : *la neutralisation du sujet.* En enlevant à l'animal en expérience ses glandes génitales, on rend le terrain favorable à la transplantation des glandes de l'autre sexe. Cela signifie que le soma porteur de sa glande génitale est accordé à l'harmozone homologue, mais qu'il est inapte à recevoir l'effet de l'harmozone inverse. Si nous admettons cette idée très simple, la question du gynandromorphisme s'éclaire. Le pinson de MAX WEBER et les animaux semblables sont de simples cas de *duplicisme*, c'est-à-dire de sujets formés de deux moitiés différentes ; ces deux moitiés sont en outre de sexe différent en raison de particularités

intéressant la fécondation. Chacune d'elles, portant sa glande reproductrice est accordée à son harmozone spéciale et neutre vis-à-vis de l'harmozone opposée, d'où la répartition symétrique du plumage.

2° *Argument tiré de la parabiose.* — Les expériences de parabiose entre animaux de sexes différents constituent des faits de même catégorie. MORPURGO soude ensemble, deux par deux, de

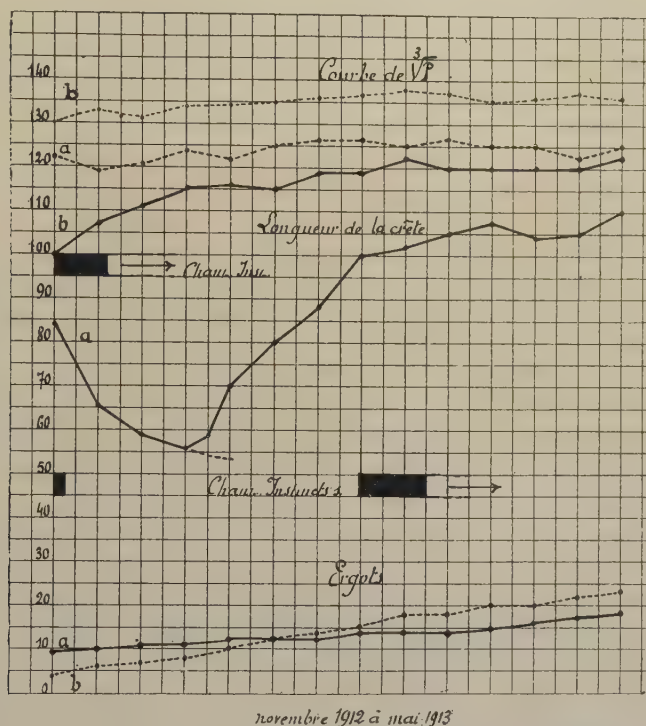


Fig. 79. — Graphiques des coqs nos 30 (noté a) et 31 (noté b); a : coq incomplètement castré et ayant reçu du tissu ovarien; b : témoin; la croissance des ergots est ralentie chez a.

jeunes souris blanches de sexe différent : il observe, quelques mois après, que les souris ont continué séparément leur évolution sexuelle, comme si elles étaient séparées; chez des rats en parabiose, MORPURGO fait couvrir les femelles par un autre mâle : elles donnent des portées qu'elles allaitent. En définitive, chaque individu a conservé ses caractères sexuels propres, sous l'in-

fluence de l'harmozone homologue et malgré la présence de l'harmozone opposée.

3° *Le free-martin*. — Il est vrai qu'on pourrait alléguer, contre ces résultats, le cas si intéressant du *free-martin* : il s'agit de jumeaux hétérosexuels assez fréquents chez les bovidés : la génisse est le plus souvent stérile et possède même fréquemment quelques caractères sexuels mâles. F. LILLIE, qui a publié une étude intéressante à leur sujet, a constaté : 1° Que ces portées gemellaires proviennent chez la vache de la fécondation et du développement simultané de deux ovules distincts, ainsi qu'en témoignent, et les deux corps jaunes, et les annexes embryonnaires distinctes ; 2° qu'il s'établit de bonne heure, par fusion des chorions, des connexions artérielles entre les deux embryons ; de sorte qu'ils échangent leurs hormones par une sorte d'injection réciproque.

Comme la femelle se masculinise, on pourrait y voir un argument contre notre interprétation du gynandromorphisme symétrique. Mais il est à remarquer que *l'ovaire est préalablement atrophié par les hormones mâles*, et que la condition préalable des transplantations croisées, la neutralisation du sujet, se trouve ainsi réalisée au début chez la femelle : il n'est pas étonnant que les hormones mâles puissent exercer efficacement ensuite leur influence.

4° *Conclusion*. — En définitive le gynandromorphisme ne vient pas à l'encontre de la théorie de l'harmozone testiculaire ; même il constitue une sorte d'expérience naturelle qui permet de préciser les conditions de l'action harmozonique, et de vérifier les conditions des transplantations croisées. Les rats parabiotiques hétérosexués obtenus par MORPURGO et les *free-martin* observés par F. LILLIE constituent des faits qui, à notre sens, se rattachent étroitement au gynandromorphisme.

CHAPITRE X

RELATION ENTRE LE FOIE
ET LES GLANDES GÉNITALES

Adiposité exagérée des castrats. — Hypoglycogénie musculaire. — Recherches sur le glycogène hépatique. — Présence des graisses, dans le foie, au moment de la reproduction. — Rôle des glandes génitales dans la mobilisation des graisses. — Théorie relative à l'adiposité consécutive à la castration. — Hypohépatie chez les castrats. — Interrelation génito-adipo-hépatique.

I. Hyperadipogénie et hypoglycogénie des castrats. — Dans les chapitres précédents, nous nous sommes placé surtout au point de vue morphologique. Ce n'est là toutefois qu'un des aspects de la question et non le plus intéressant. De nombreux physiologistes ont montré que les fonctions nutritives ne s'accomplissent pas avec la même intensité, avec le même degré chez le mâle et la femelle. Il y aurait lieu en conséquence de porter la question des caractères sexuels secondaires sur le terrain physiologique. Dans le présent travail, notre attention a été attirée principalement par le grand développement du tissu adipeux chez les castrats et incidemment par la glycogénie ; les résultats et les chiffres obtenus nous ont conduit à approfondir certains points relatifs au foie et à interpréter, d'une façon nouvelle, la fonction adipogénique attribuée jusqu'ici à cet organe.

1° Adipogénie des castrats. — Les nombreuses autopsies que nous avons faites nous ont fourni l'occasion de constater le grand développement du tissu adipeux chez les castrats. C'est d'ailleurs un fait bien connu des éleveurs que cette tendance des castrats à l'engraissement : il justifie la castration précoce des bœufs et d'une façon générale, des animaux mâles destinés à la boucherie ; l'antique pratique du chaponnage, aujourd'hui presque abandonnée, permettait d'obtenir plus rapidement des poulets gras.

Chez les coqs castrés, la graisse est localisée à la base du cou, dans les muscles et principalement dans la cavité abdominale.

A l'autopsie, la masse intestinale du castrat disparaît sous une infiltration énorme d'une graisse assez liquide qui tapisse la cavité péritonéale, surtout dans la région postérieure; le gésier est lui-même entouré d'une couche grasseuse qui peut atteindre 2 centimètres d'épaisseur. Les préparations de gésier et d'intestin sont très démonstratives à cet égard et il n'est point besoin de pesées précises pour témoigner de cette adiposité qui n'a rien de comparable chez le mâle normal.

Néanmoins, dans un certain nombre de cas, choisis au hasard, nous avons détaché avec des ciseaux et des pinces la graisse périabdominale, c'est-à-dire celle qui tapisse l'abdomen après ablation du tube digestif. Notre recherche porte sur des mâles normaux, des castrats incomplets et enfin des castrats complets. Cette graisse est ensuite pesée. Il est à remarquer qu'elle ne représente qu'une fraction, notable il est vrai, de celle qui est renfermée dans l'abdomen; elle ne comprend pas celle qui est restée autour du gésier et celle qui forme, dans le mésentère, de larges et épaisses travées blanchâtres; pas davantage celle des muscles et de la base du cou.

Série I. — Coqs nés en mai 1910. Castrés en juillet 1910. Autopsiés en novembre 1911.

A. — *Mâles normaux*

Numéros	Poids total	Poids des testicules	Graisse périabdominale.
1.	4.798	14,5	32 gr.
2.	2.640	12,5	60 gr.
3.	2.395	9	42 gr.

B. — *Castrats incomplets* (à caractères sexuels secondaires mâles)

4.	2.319	7,5	40 gr.
5.	3.480	4	6 gr.
6.	4.845	1,5	35 gr.
7.	2.454	1	9 gr.

C. — *Castrats incomplets* (à caractères de chapons)

8.	2.645	0,7	201 gr.
9.	2.565	0,5	216 gr.

D. — *Castrats complets*

10.	2.468	0	190 gr.
11.	2.539	0	165 gr.

Série II. — Coqs Orpington fauve, nés en août 1910, castrés en novembre 1910. Autopsiés en novembre 1911.

A. — *Mâle normal*

Numéros	Poids	Testicules	Graisse périabdominale
1.	3.985	28	40 gr.

B. — *Castrats complets*

2.	3.930	0	252 gr.
3.	4 014	0	190 gr.
4.	3.620	0	90 gr.

Série III. — Coqs ayant subi une castration tardive.

	Poids	Testicules	Graisse périabdominale
N° 1. Castrat complet	3.402	0	250 gr.
N° 2. Castrat avec régénération.	3.274	2	20 gr.
N° 3. Mâle témoin.	2.337	20	46 gr.

Tous ces chiffres autorisent à conclure que la privation des glandes génitales entraîne une adiposité exagérée. L'ablation n'a pas d'ailleurs besoin d'être absolument complète pour produire ce résultat ; comme pour les caractères sexuels secondaires, elle se produit quand la masse de parenchyme testiculaire est inférieure à 0 gr. 7 ; par contre, elle ne se produit pas et l'animal reste maigre quand la masse est supérieure à ce chiffre.

Il semble bien, au surplus, que cette adiposité ne se développe qu'à partir de la puberté, comme BOUIN et ANCEL l'ont montré dans des expériences faites sur des cobayes. L'adiposité du castrat apparaît ainsi comme liée à la fonction génitale déficiente.

2° Hypothèse possible. — Quelle est la cause de cette adiposité caractéristique ? quel peut être, à son sujet, le rôle empêchant des glandes génitales : c'est ce que nous avons voulu rechercher ?

Des expériences nombreuses, notamment celle de Soxhlet, ont montré que l'origine principale des graisses est dans les hydrates de carbone des aliments. Le fait est particulièrement net lorsque les animaux reçoivent presque exclusivement des aliments farineux ; c'est le cas dans nos expériences, les sujets étant nourris avec des graines de céréales. Beaucoup d'auteurs, notamment DASTRE, admettent en outre que la synthèse des

graisses, aux dépens des hydrocarbonés a son siège principal dans le foie. « Cette transformation des hydrates de carbone en « graisse, démontrée pour l'ensemble de l'organisme, a ses « conditions les plus favorables précisément dans le foie... Il y « a une fonction adipogénique comme il y a une fonction gly- « cogénique ». Etant donné cela, on peut se demander si l'adipogénie consécutive à la castration, ne résulte pas d'une augmentation de la fonction adipogénique du foie autrement dit, d'une *hyperactivité de la cellule hépatique*.

Mais d'autre part, on sait que le foie fait également subir aux hydrates de carbone, ou plus précisément, au glucose qui en résulte, une autre modification, la transformation en glycogène; cette substance s'accumule dans le foie et dans les muscles. S'il y a hyperadipogénie, chez le castrat, il ne peut manquer d'y avoir, parallèlement, hypoglycogénie par compensation. Autrement dit, le métabolisme des hydrates de carbone, chez le mâle normal, serait dirigé vers la glycogénie et chez le castrat vers l'adipogénie.

Pour en décider, il est nécessaire de rechercher s'il y a chez les castrats, une hypoglycogénie notable.

3° *Glycogénie des castrats*. — Cette hypoglycogénie pourrait affecter soit le foie, soit les muscles.

A. *Cas des muscles*. — L'hypoglycogénie musculaire a été étudiée et mise en évidence par MAIGNON. Expérimentant sur des cobayes, cet auteur a montré que la quantité de glycogène renfermée dans les muscles est influencée par la castration. Elle diminue de $\frac{1}{8}$ environ : 142, en moyenne, au lieu de 165. Cette diminution ramène le castrat vers l'état de femelle où la teneur en glycogène est encore moindre (132). MAIGNON a établi en outre la dépendance vis-à-vis des glandes génitales en rétablissant la glycogénie normale chez les castrats, à l'aide d'injections de sucs testiculaires.

Expérience personnelle. — A titre de vérification, nous avons dosé le glycogène dans le muscle pectoral des quatre coqs adultes de la série II.

Quatre coqs Orpington fauve, nés en août 1940; trois sont castrés en novembre 1940. Les quatre animaux sont sacrifiés en novembre 1941, le matin. Nous déterminons la quantité de glycogène renfermée dans 20 gr. de muscle : la recherche est faite par le procédé de PRELÜGER abrégé.

	Poids de l'animal	Glycogène	0/0	Moyenne
1. Mâle	3.985	0,29	1,45	} 1,18
2. Castrat.	3.930	0,23	1,15	
3. Id.	4.014	0,28	1,40	
4. Id.	3.620	0,20	1,00	

Le résultat de cette expérience est conforme aux résultats obtenus par MAIGNON, la réduction constatée étant ici de 1/6 environ.

Il convient de remarquer que les tissus du chapon sont envahis par la graisse qui s'infiltre partout, même entre les faisceaux musculaires. Il s'ensuit qu'à poids total égal, la masse de muscle fonctionnel (le seul qui renferme du glycogène) est beaucoup plus petite chez les chapons que chez les mâles. Dans ces conditions le glycogène musculaire total est encore plus réduit que ne l'indiquent les nombres de MAIGNON.

B. *Cas du foie.* — La question de l'influence de la castration sur la glycogénie hépatique a été étudiée par D. BRUNET et ROLAND. Ces auteurs ont constaté que, chez les bovidés, le sexe ou la castration n'entraînaient aucun changement dans la teneur du foie en glycogène.

Nous nous sommes livré aux mêmes recherches sur plusieurs séries d'animaux (coqs domestiques, faisans dorés et argentés, rats). Ces animaux sont sacrifiés dans des conditions comparables, le matin. Le foie est prélevé, débarrassé de la vésicule biliaire, puis pesé et dosé tout de suite.

Nous avons fait 36 dosages desquels il résulte que la proportion de glycogène n'est pas influencée par la castration. La cellule hépatique conserve, en l'absence des glandes génitales, son aptitude à former du glycogène et au même degré. L'hyperadipogénie générale consécutive à la castration ne peut donc être considérée comme résultant d'une hypoglycogénie hépatique.

4° *Indépendance des deux fonctions.* — Cette conclusion négative permet de supposer que l'adipogénie chez le castrat, est complètement indépendante de la fonction hépatique. Ce fait, qui mérite d'être l'objet de recherches complémentaires, est implicitement contenu dans une étude faite par Mlle C. DEFlandre sur la fonction adipogénique du foie dans la série animale. Citons quelques conclusions :

« Chez les animaux supérieurs, on voit la graisse apparaître dans le foie seulement au moment de la gestation et de l'allaitement chez la mère, pendant la vie utérine et les premiers temps après la naissance chez le jeune animal. Chez la femelle ovipare, on constate de même que les œufs sont entourés d'une couche très riche en graisses et en lécithines (jaune d'œuf) et que le foie de la mère est chargé de graisses et de lécithines peu de temps avant l'époque de la ponte.

« Il ne s'agit pas d'ailleurs là d'un phénomène spécial à la femelle, car, chez les mâles, on constate également une surcharge graisseuse des glandes génitales précédant la spermatogenèse » (p. 85).

Plus loin : « Il semble donc qu'une autre influence capitale intervienne qui dirige le processus, et que la graisse alimentaire ne se fixe d'une façon permanente dans le foie que pour un certain but, lequel est essentiellement intermittent.

« L'influence qui nous paraît prépondérante, à cet égard, tant chez les animaux inférieurs qu'aux échelons les plus élevés de la terre animale est celle de la reproduction.

« Cette hypothèse s'appuie, d'une part, sur certaines coïncidences chronologiques, d'autre part sur les examens histologiques et chimiques comparés des organes hépatique et génital » (p. 103).

Plus loin encore : « Les serins n'ont de graisse dans le foie qu'au moment de la ponte. Les poules, au moment de la ponte, ont une certaine quantité de graisse dans le foie. De même, les canards et les oies, même non engraisés, ont un foie assez riche en graisses au moment de la reproduction ; les goélands, les poules d'eau, les vanneaux ont également de la graisse au printemps ».

Il semble résulter de ce fait que l'apparition de la graisse dans le foie se produit sous l'influence des glandes génitales et que cette apparition est liée à la préparation des matériaux nécessaires aux éléments reproducteurs.

II. Hypothèse relative à l'adipogénie. — Dans ces conditions, et sous réserve de vérifications ultérieures, nous admettons que l'adipogénie excessive du castrat est liée à la non utilisation des graisses. Chez le mâle comme chez le castrat, la

formation du tissu adipeux est une fonction banale du tissu conjonctif et l'un et l'autre possèdent cette fonction au même degré. Si l'animal est entier, il se produit, au moment de la reproduction, une mobilisation des graisses ; c'est la raison pour laquelle, comme l'a montré G. SMITH pour la poule, la teneur du sang en graisse augmente au moment de la ponte : cette graisse, reprise par le foie, y subit une élaboration qui la rend apte à être utilisée par les glandes génitales. LOISEL considère le testicule comme un gros destructeur de graisses ; cette expression est encore plus vraie pour l'ovaire, surtout

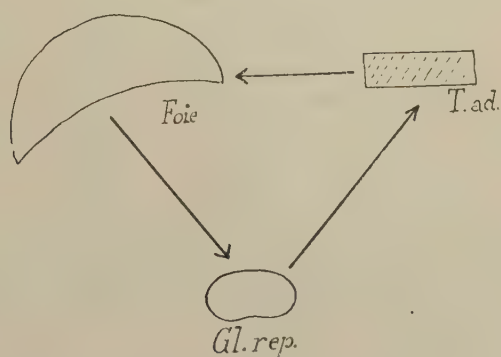


Fig. 79. — Relation entre glandes génitales, tissu adipeux, foie.

quand celui-ci élabore des œufs à vitellus abondant, ce qui est le cas chez les oiseaux. — S'il s'agit au contraire d'un castrat, la graisse n'est pas utilisée ; comme elle continue à s'accumuler dans le tissu conjonctif, elle provoque, au bout d'un certain temps, l'adiposité si caractéristique.

En tout cas, le fait que cette adiposité est consécutive à la castration, qu'elle est empêchée par les transplantations testiculaires ou qu'elle ne se produit pas si la castration est incomplète, permet de supposer que la mobilisation de la graisse chez un animal normal, au moment de la reproduction, a pour cause *une hormone sécrétée par les glandes génitales* (testicule ou ovaire) ; l'action de cette hormone serait le premier acte de l'évolution des graisses, dans leurs rapports avec la vie génitale. Il y aurait ainsi une interrelation remarquable entre glandes reproductrices, tissu adipeux et foie ; cette relation est schématisée dans la figure ci-contre (fig. 79).

*
* *

III. Rapport entre le foie et la surface du corps. — Cette manière d'envisager le rôle du foie a l'avantage de rendre compte d'une observation que nous avons faite maintes fois, au cours d'autopsies d'entiers et de castrats : il s'agit de la diminution relative du poids du foie chez les animaux privés de glandes génitales ; ou inversement, de son augmentation énorme chez les poules pondeuses, où le besoin de graisses vitellines est exagéré, en raison des dimensions de l'œuf proprement dit.

Rappelons tout d'abord, à ce sujet, que le rapport entre le poids du corps et le foie a fait l'objet de nombreuses recherches desquelles il découle que, chez les *adultes* de même espèce et de poids variable, le poids du foie est proportionnel à la surface du corps ; autrement dit, il y a la même quantité de surface du corps pour 1 gr. de foie ; par contre, ce rapport est variable quand on suit la *croissance d'un sujet*, le rapport en question va en diminuant au fur et à mesure que le poids augmente, autrement dit, la surface du corps correspondant à 1 gr. de foie diminue de la naissance à l'âge adulte.

Nous avons fait trois séries de mensurations portant : 1^o sur des coqs entiers ; 2^o sur des rats d'âge différent ; 3^o sur des coqs castrés ; nous déterminons chaque fois le poids du corps, la surface du corps en appliquant la formule de MEEH : $S = 44,3 \sqrt[3]{P^2}$, le poids du foie, enfin le rapport entre la surface du corps et le poids du foie.

1. — Coqs entiers adultes.

Nombre d'animaux	Poids moyen	Surface	Foie	$\frac{S}{P}$ (en cm ²)
1	3.985	28,40	47,0	60,4
3	2.267	19,50	33,6	58
2	2.805	22,47	38,0	59,1
3	2.117	18,63	38,5	48,9
1	2.373	19,96	39,6	50,4

II. — *Rats en évolution.*

Nombre d'animaux	Poids moyen	Surface	Foie	$\frac{S}{P}$ (en cm ²)
1	34,2	1,12	1,30	86,1
1	58,5	1,70	2,60	65,5
1	69,7	1,91	3,30	58,0
4	73,6	1,98	3,97	50,0
1	86,5	2,21	5,55	40,0
3	95,5	2,36	4,85	48,6
1	136,0	2,98	7,40	40,2

III. — *Coqs castrés (adiposité exagérée).*

Nombre d'animaux	Poids moyen	Surface	Foie	$\frac{S}{P}$ (en cm ²)
3	3.855	27.78	39	71,2
2	2.503	20,83	28,5	73,0
1	3.102	24.13	35	68,9
2	2.605	21,37	26	82,2

De ces chiffres, il ressort que, si les relations indiquées précédemment se vérifient en ce qui concerne les entiers adultes et les jeunes en voie de croissance, *elle est en défaut si l'on compare les entiers adultes aux castrats adultes* ; le rapport $\frac{S}{P}$ est plus grand chez ces derniers : la variation que l'on constate chez un animal en voie de développement existe aussi entre coqs et chapons.

La raison même de la variation du rapport $\frac{S}{P}$ durant la croissance n'a pas fait l'objet de recherches systématiques. Tout au plus CH. RICHET émet-il une hypothèse à ce sujet. Si les jeunes ont moins de foie que les adultes, proportionnellement à leur surface, « c'est, suivant RICHET, que chez eux, les fonctions « hépatiques sont moins importantes que chez l'adulte, les opérations chimiques moins actives — et alors le volume du foie, « qui se conforme aux exigences physiologiques est moindre « chez eux que chez l'adulte — à moins toutefois, ce qui est à « la rigueur possible, que l'activité de la cellule hépatique soit « pour un même poids de tissu, plus grande chez eux que chez « l'adulte ».

En réalité, il y a bien exigence physiologique moindre chez le

jeune que chez l'adulte ; et cela tient au non fonctionnement des glandes génitales ; chez le castrat, où ces glandes sont absentes, le foie reste à l'état infantile et le rapport $\frac{S}{P}$ y conserve la valeur qu'il possède durant la jeunesse, au moment où vont évoluer les glandes génitales.

Une courte statistique de contre-épreuve nous est fournie par les chiffres relatifs à 7 animaux : 2 coqs et 5 poules, sacrifiés en mai 1913.

	Numéros	Remarque	Poids	Surface	Foie	$\frac{S}{P}$	Graisse abd.
Coqs . .	1	—	1.952	47,6	31 rouge	56,6	55 gr.
	2	—	2.385	49,6	32 rouge	61,2	Quelq. gr.
Poules . .	3	ov. inc.	2.810	22,5	57 pâle	39,4	240
	4	ov. inc.	1.615	45,5	49 pâle	31,7	énorme
	5	Tem.	2.602	21,3	92 pâle	23,2	190
	5 bis	Tem.	2.470	20,6	58 pâle	35,6	182
	6	Couveuse	1.330	43,6	27 rouge	50,5	80

Chez la poule normale, où le rôle physiologique du foie est exagéré, en ce qui concerne la reproduction, nous trouvons une quantité de foie très grande par rapport au poids de l'animal ; ce fait se traduit par une diminution sensible du rapport $\frac{S}{P}$ comparé à celui des mâles entiers. Le seul cas aberrant est celui de l'animal n° 6 : il convient de remarquer qu'il s'agit ici d'un animal présentant de vifs instincts d'incubation : l'ovaire est en repos provisoire (vérifié à l'autopsie) ; de plus, le foie présente une couleur rouge foncé dénotant l'absence de graisses destinées à la reproduction.

*
* *

IV. Conclusions. — La castration amène, chez les animaux mâles, une *diminution du glycogène musculaire* ; cette diminution n'est pas le résultat d'une diminution correspondante de la glycogénie hépatique. Par contre, la castration a pour conséquence un *développement exagéré du tissu adipeux*.

Chez l'entier, le tissu adipeux est *mobilisé* périodiquement, grâce à une hormone sécrétée par les glandes génitales, en vue de la préparation dans le foie, des matériaux servant à la repro-

duction. Le castrat s'engraisserait parce qu'il ne peut plus mobiliser le tissu adipeux qu'il continue à former.

La castration retentit également sur le développement pondéral du foie ; relativement au poids du corps, cet organe est moins gros chez les castrats que chez les entiers ; si l'on calcule le rapport du poids du foie à la surface du corps, on voit que ce rapport conserve, chez les castrats, la même valeur que chez les sujets impubères ; *le déficit hépatique des castrats résulte de l'absence de métabolisme reproducteur. Il y a ainsi une interrelation génito-adipo-hépatique.*

CHAPITRE XI

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Conclusions d'ordre théorique. — Conclusions expérimentales. — Action de l'hormone testiculaire. — Remarques histologiques. — Constance de l'action de l'hormone testiculaire. — Classification des caractères sexuels secondaires des Gallinacés. — Inversion sexuelle. — Foie et glandes reproductrices. — Généralisation : croissance et évolution.

I. Conclusions théoriques. — De l'ensemble des faits exposés, il résulte nettement que l'appréciation exacte des caractères sexuels secondaires nécessite une étude cinématique comparée, qui doit se poursuivre pendant des mois et même pendant des années : si l'on se borne à des observations espacées, fragmentaires, pour ainsi dire, on risque de prendre une différence provisoire ou individuelle pour un résultat définitif et de conclure à faux. Autrement dit, un phénomène de croissance est défini, non par quelques points, mais par une courbe continue qui permet d'en calculer la grandeur et la vitesse (tangente à la courbe en un point donné).

Les travaux antérieurs relatifs à l'allongement des ergots illustrent d'une façon concrète notre manière de voir. Si tant d'observateurs ont abouti, dans cette recherche, pourtant fort simple, à des conclusions contradictoires, c'est parce qu'ils ont pris des différences dues à des retards de croissance pour des résultats

expérimentaux. La vitesse de croissance qui reste la même dans tous les cas, lève toute incertitude à cet égard.

Dans le même ordre d'idées, les tracés relatifs à la crête permettent une analyse exacte des facteurs qui agissent sur cet organe : la croissance normale, la croissance conditionnée par l'harmozone testiculaire, l'augmentation due à l'infiltration adipeuse contemporaine de la ponte, se traduisent chacune par un segment de courbe d'une allure spéciale qui fournit une traduction imagée du phénomène et permet d'identifier la cause agissante.

Enfin, l'étude mathématique des courbes de croissance ne peut manquer d'aboutir à des constantes particulièrement suggestives, soit qu'elles nous permettent d'évaluer numériquement l'action des hormones ou qu'elles nous renseignent sur les facteurs de la croissance.

*
* *

II. Conclusions expérimentales. — L'ensemble de nos résultats expérimentaux permet de conclure à l'existence de l'harmozone testiculaire. Nous pouvons en outre déterminer exactement l'étendue et la valeur de son action. L'ovariotomie de la poule nous a fourni une vérification *a posteriori* de cette action ; enfin, nous avons mis en évidence une interrelation entre les glandes génitales et le foie.

1^o Action de l'harmozone testiculaire. — a) La castration, chez le coq domestique, n'influe pas de la même façon sur les caractères sexuels secondaires du coq. Elle empêche le développement des organes érectiles (crête, barbillons, oreillons) qui restent petits, pâles, exsangues ; elle empêche également l'apparition de l'instinct sexuel et du chant. Par contre elle n'a aucune influence sur le développement du plumage et des ergots. *Les ergots croissent avec la même vitesse chez les castrats et chez les mâles ; le plumage acquiert le même aspect et les mues continuent à se produire chez le castrat, avec la même régularité.*

La castration chez le faisan doré et chez le faisan argenté a fourni des résultats semblables : *le plumage n'est nullement modifié à la suite de l'extirpation des glandes génitales ; par*

contre, l'instinct sexuel n'apparaît pas ; la crête et les barbillons restent petits chez le faisan argenté.

b) Quand la castration est effectuée sur les coqs adultes, elle ne modifie en rien les poussées ultérieures du plumage et la croissance des ergots ; par contre, elle entraîne la disparition complète de l'instinct sexuel et du chant, en même temps qu'elle provoque la régression des organes érectiles. Cette régression suit immédiatement la castration, tandis que l'instinct sexuel et le chant survivent quelques jours encore. La régression en longueur de la crête s'effectue suivant une loi simple que nous traduisons par la formule :

$$L = l + \frac{1}{2} c (\theta - t)^2.$$

L étant la longueur de la crête au temps t (compté à partir de l'opération), l la longueur que prendra la crête à la fin de la régression, θ la durée de la régression ; c une constante dite constante de régression, facile à calculer.

c) Chez le castrat, on peut, par des transplantations de tissu testiculaire, faire apparaître l'instinct sexuel et le chant et provoquer le développement rapide de la crête ; d'ailleurs, les insuccès dans les tentatives de castration conduisent parfois à des transplantations accidentelles. Nous avons montré que les nodules transplantés n'ont pas un effet morphogène immédiat : leur action se fait sentir au bout de quelques semaines seulement.

Comme pour les autres glandes à sécrétion interne il suffit d'une petite quantité de tissu pour obtenir l'effet morphogène, le minimum efficace de tissu testiculaire est de 0 gr. 5 environ. A l'inverse de ce qui est communément admis, il nous a semblé que l'effet n'est jamais fractionné : ou bien il se produit totalement, ou bien il ne se produit pas du tout. Toute autre constatation peut provenir de ce que l'observation est faite à un moment où l'organe est encore en voie d'évolution et que l'effet n'est pas encore totalement produit.

d) Chez les castrats, on peut également faire apparaître les caractères sexuels secondaires en injectant du suc testiculaire préparé par macération aqueuse de la glande interstitielle du porc. Ces caractères s'épanouissent complètement, mais ils régressent dès la cessation des injections. Ainsi se trouve

démontrée la spécificité physiologique de la sécrétion interne testiculaire, opposée à sa spécificité zoologique.

2° *Remarques histologiques.* — L'existence d'une sécrétion interne testiculaire est décelée par la présence, dans la glande génitale mâle des gallinacés, de cellules chargées de produits de sécrétion : graisses et pigments. Ces graisses et ces pigments sont particulièrement abondants dans le tissu interstitiel du faisceau doré jeune.

Il ne semble pas toutefois que la spécialisation histologique soit poussée, chez les Oiseaux, aussi loin que chez les Mammifères : en effet le tissu interstitiel est absent chez les coqs adultes et chez les faisans dorés adultes en période d'activité sexuelle, c'est-à-dire à un moment où l'hormozone est plus nécessaire que jamais. Nous admettons, avec LOISEL, que la sécrétion interne est aussi bien élaborée par les cellules séminales (cellules reproductrices et éléments de SERTOLI). Au surplus, des îlots étendus de tissu interstitiel se reforment, en hiver, chez le faisceau doré, en pleine période de repos sexuel.

3° *Mode d'action.* — L'hormozone testiculaire provoque la croissance des organes érectiles et ceux-ci atteignent, sous son influence, une dimension et un aspect bien différents de ce qu'on observe chez le castrat. *La différence entre la crête sexuée et la crête neutre mesure l'action morphogène de l'hormozone* et la valeur obtenue s'applique virtuellement aux autres caractères dépendant du testicule : c'est ce que nous avons appelé le *potentiel sexuel*. A vrai dire, l'hormozone testiculaire se comporte comme une cause qui provoque et maintient un certain équilibre ; sa suppression est suivie d'un déplacement immédiat de l'équilibre ; entre les deux positions d'équilibre, le caractère est en mouvement dans un sens déterminé : cependant, il peut exister de faux équilibres (*Piranga erythromelas* en plumage anormal).

4° *Ovariectomie de la poule.* — La question des caractères sexuels secondaires du coq non conditionnés par le testicule nous a amené à pratiquer l'ovariectomie de la poule. *Cette opération a provoqué immédiatement l'apparition des ergots chez les animaux opérés ; en outre, elle a déclenché une métamorphose du plumage, qui a pris des caractères mâles ; cette métamorphose ne s'est produite que plusieurs mois après.* Poules

ovariotomisées et chapons ont le même aspect ; ils réalisent, d'une façon concrète, l'idée de la forme neutre, émise par TANDLER et GROSZ.

3° *Classification*. — Etant donnés ces résultats, les caractères sexuels secondaires des coqs et d'une façon générale des Gallinacés doivent être classés de la façon suivante :

A. — *Caractères mâles, conditionnés par l'harmozone testiculaire.*

Grand développement des organes érectiles (crête, barbillons, oreillons).

Instinct batailleur vis-à-vis des autres coqs.

Instinct sexuel.

Chant.

B. — *Caractères femelles, conditionnés négativement par l'ovaire.*

Plumage terne de la poule (ni lancettes, ni camail, ni faucilles).
Absence d'ergots.

Il en résulte que, pour produire l'inversion sexuelle externe d'un coq ou d'une poule, il est nécessaire de faire l'ablation des glandes génitales de l'animal et d'introduire ensuite du tissu de la glande sexuelle inverse.

Nous avons essayé de réaliser des transplantations croisées ; le résultat obtenu n'a pas été très net, les ablations neutralisantes préalables ayant été incomplètes : nous avons pu arrêter toutefois, chez le mâle, la croissance des ergots et provoquer chez la femelle la croissance rapide de la crête.

6° *Gynandromorphisme*. — Les transplantations croisées nous ont conduit à une interprétation du gynandromorphisme, dont nous discernons trois causes possibles :

- a) *Hybridation* : Ex. : faisans à glande sexuelle absente.
- b) *Arrhénoïdie* : Ex. : faisane à ovaire atrophié (en voie de masculinisation).
- c) *Duplicisme* : Gynandromorphe symétrique hétérosexuel.

Aucun de ces cas ne constitue un argument irréductible contre la théorie des hormones; le cas du pinson de Max WEBER notamment, s'explique aisément si l'on admet qu'une harmozone ne peut agir sur un animal du sexe opposé que si cet animal est préalablement neutralisé par ablation de ses glandes génitales. Cette manière de voir est appuyée et par les expériences de parabiose de MORPURGO et par les observations de LILLIE sur le free-martin.

7^o Rapport avec le foie. — Nous avons été conduit à rechercher la cause du développement exagéré de la graisse chez les castrats. Après avoir vérifié que le glycogène musculaire est moins abondant chez le castrat que chez le mâle, nous avons établi que le glycogène hépatique était à peu près en quantité égale dans les deux catégories. D'autre part, il est acquis que le foie ne se charge de graisse qu'au moment de la reproduction, principalement chez les animaux à métabolisme sexuel intense comme les oiseaux. *Dans ces conditions, nous admettons que la graisse se forme naturellement chez le castrat comme chez le mâle, en différents points du tissu conjonctif; tandis qu'elle est mobilisée chez le mâle, au moment de la reproduction, elle continue à s'accumuler chez le castrat. La mobilisation des graisses aurait lieu sous l'influence de l'harmozone testiculaire; le castrat est un animal qui, tout en continuant à accumuler du tissu adipeux, a perdu le pouvoir de l'utiliser.*

Comme le foie n'aurait plus à élaborer les graisses de la reproduction, il en résulterait, pour lui, une diminution fonctionnelle assez importante. *Cette diminution physiologique est en rapport avec une diminution pondérale de l'organe chez le castrat; son rapport, relativement à la surface du corps conserve une valeur semblable à celle que fournissent les jeunes.*

*
* *

III. Généralisation. — En définitive, l'harmozone testiculaire joue un rôle dans l'acquisition de quelques caractères morphologiques et psychiques; elle en règle l'évolution, les dirige et les maintient. Elle est la condition essentielle de l'équilibre sexué chez le mâle complet.

Si nous considérons l'organisme *adulte* comme un complexe

d'équilibres stables, nous pouvons nous demander s'il ne convient pas de généraliser la notion acquise à propos des caractères conditionnés par le testicule, et de voir, dans *tout phénomène de croissance, une tendance à la stabilité dirigée par un processus harmozonique*, que l'harmozone agisse directement, en apportant les matériaux même de l'assimilation (ce qui nous paraît peu probable), qu'elle agisse comme catalyseur de réactions synthétiques (ce qui est plus plausible) ou enfin que son action se produise par l'intermédiaire du système nerveux.

D'autre part, les théories de l'évolution supposent des modifications organiques progressives qui ont amené la transformation des espèces animales par croissance ou atrophie d'organes. L'influence du milieu, du genre de vie, de l'habitude constituent, en dehors de la reproduction sexuée, les causes possibles des variations individuelles. On peut se demander si l'action de ces différents facteurs ne se porterait pas tout d'abord sur les harmozones, directrices des processus morphogénétiques. En effet, un équilibre ne peut être modifié si une perturbation n'a pas troublé auparavant la cause qui le maintient : d'autre part, toute cause agissant sur une glande endocrine retentit d'une façon profonde sur tout l'organisme. *Le mécanisme de l'évolution nous apparaîtrait alors comme une modification d'équilibres physiologiques, rendue possible par une variation préalable des hormones à action morphogène, dont l'harmozone génitale nous offre un des exemples les plus précis.*

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- APERT. — Dystrophies en relation avec les lésions de capsules surrénales. Hirsutisme et progeria. *Bull. de la Soc. de Pédiatrie de Paris*, XII, 1910.
- ARISTOTE. — *Histoire des animaux*, trad. par Barthélémy Saint-Hilaire, t. II, liv. VII et liv. IX.
- BEEBE. — Preliminary report on an investigation of the seasonal changes of color in Birds. *Amer. Natur.*, 42, 34, 1908.
- BERGONIÉ. — Actions pathogènes des agents physiques. *Nouveau Traité de Pathologie générale* de Bouchard et Roger, t. I, p. 831-848. Paris, 1912.
- BERTHOLD. — Transplantation des Hoden. *Arch. f. Anat. u. Physiol. Phys.* Abt. S 42, 1894.
- BICHAT. — *Anatomie générale*, t. IV, 1830, p. 271.

- R. BLANCHARD — Virilisme et Inversion des caractères sexuels. *Bull. Ac. Méd. Paris*, 18 juillet 1916.
- BORDEU. — *Du sang*, XLI, p. 937. *Œuvres*, t. II, Ed. Richerand, 1818.
- P. BOUIN et P. ANCEL. — Recherches sur les cellules interstitielles des Mammifères. *Arch. de Zool. exp. et gén.*, 1, 1903.
- P. BOUIN et P. ANCEL. — Recherches sur la signification physiologique de la glande interstitielle chez les Mammifères. *Journal Physiol. et Path. gén.*, VI, 1904, C.
- P. BOUIN et P. ANCEL. — Action de l'extrait de glande interstitielle du testicule sur le développement du squelette et des organes génitaux. *C. R. Ac. Sciences*, 232-234 et 298-299, 1906.
- BOUIN et ANCEL. — Sur la ligature des canaux déférents chez les animaux jeunes. *Soc. de Biol.*, I, p. 284, 1904.
- D. BRUNET et C. ROLAND. — Influence du sexe et de la castration sur la quantité de lipoides de la bile des Bovidés. *C. R. Ac. Sciences*, 17 juillet 1911.
- BUFFON et DAUBENTON. — *Histoire naturelle générale et particulière*, t. VI, p. 80, 1756.
- BRESCIA GIOV. — Experimentelle Untersuchungen über die sekundären Sexualcharaktere der Tritonen. *Arch. f. Entw. Mech.*, XXIX, 3/4 Heft, 403, 431, 3 fig., 1910.
- H. BUSQUET. — Existence chez la grenouille d'un centre médullaire permanent présidant à la copulation. *C. R. Soc. Biol.*, mai 1910.
- M. CAULLERY. — *Les Problèmes de la sexualité*. Paris, 1913.
- CH. CHAMPY. — Recherches sur la spermatogenèse des batraciens et les éléments accessoires du testicule. *Arch. Zool. et gen.* LH, 13-303. 1913.
- F. DES CILLEULS. — A propos du déterminisme des caractères secondaires chez les Oiseaux. *C. R. Soc. Biol.*, LXXIII, 28, 1912.
- CH. CORNEVIN. — *Traité de Zootechnie générale*. Paris, p. 217, 1891.
- DASTRE. — In *Dictionnaire de Physiologie* de CH. RICHT. Art. « Foie », p. 796-799.
- Mlle C. DEFLENDRE. — La fonction adipogénique du foie dans la série animale. Thèse. Paris, 1903.
- DOR, MAISONNAVE et MONZIOLS. — Ralentissement expérimental de la croissance par l'opothérapie orchitique. *C. R. Soc. Biol.*, LVII, 673, 1905.
- C. DUPUYTREN. — Note sur le développement du larynx dans les eunuques. *Bulletin des Sc. soc. philomatique*. Paris, 111, 143, 1811.
- A. FOGES. — Zur Lehre von den sekundären Geschlechtscharakteren. *Arch. f. ges. Physiol.*, 39-58, 1902.
- GALLAIS. — Le syndrome génito-surrénal. Paris, 1914.
- ANGEL GALLARDO. — Variation temporaire des caractères sexuels secondaires chez une femme multipare. *Bull. Scient. Fr. Belg.*, t. XLVI, 1912.
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE. — *Essais de zoologie générale*, p. 493-514, 1811.
- A. GIARD. — Comment la castration retentit-elle sur les caractères sexuels secondaires. *C. R. Soc. Biol.*, LVI, 4, 1904 a.
- A. GIARD. — *Œuvres diverses*, I, *Biologie générale*, Paris, 1911.
- E. GLEY. — Relations entre les organes à sécrétions internes et les troubles de ces sécrétions. Rapport présenté au XVIIth. *International Congress of Medicine*. London, 1913.
- H.-D. GOODALE. — Some Results of Castration in Ducks. *Biol. Bull.*, XX, No 1, 35-66, 1910.
- H.-D. GOODALE. — *Amer. Naturalist.*, p. 159, 1913.

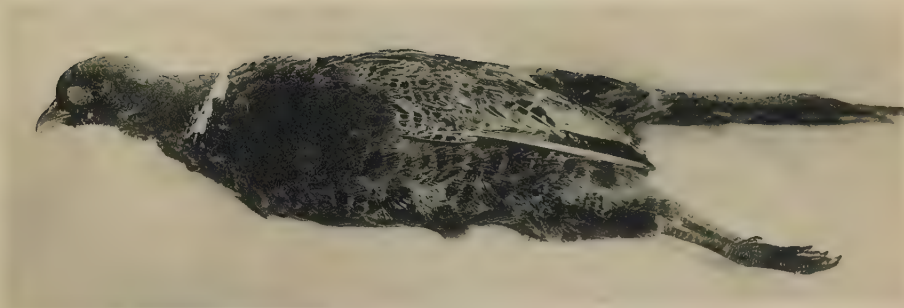
- H.-D. GOODALE. — A feminized cockerel. *Journ. of Exp. Zool.*, 20, p. 421, 1916.
- HIPPOCRATE. — Opera, lib. VI, sect. VIII, Epid. aphor., 76, sect. IV.
- J. HUNTER. — Account of an extraordinary Pheasant. *Philos. Trans.*, LXX, 527-533, 1780.
- KELLOG. — Influence of the Primary Reproductive Organs on the Secondary Sexual characters. *Journ. Exp. Zool.*, No 4, 1904.
- KOPEC. — Untersuchungen über Kastration und Transplantation bei Schmetterlingen. *Arch. f. Entw. Mech.*, XXXIII, 1911-b.
- KORSCHULT. — Sur un cas de plumage de mâle chez une cane domestique. *Bull. scient. France Belg.*, 19, 110, 1888.
- LARCHER. — Contribution à l'histoire des femelles d'oiseaux chez qui se développent les attributs extérieurs du sexe mâle. *Bull. Soc. cent. méd. vét.*, 13 juin 1916.
- LAUNOIS et P. ROY. — Gigantisme et castration. *Rev. internat. méd.*, 1903.
- L. JEREBoullet. — Contribution à l'étude des atrophies testiculaires et des hypertrophies mammaires observées à la suite de certaines orchites (féminisme). *Gaz. hebdom. des sc. méd. Bordeaux*, 1877.
- FRANK R. LILLIE. — The theory of the free-martin. *Science*, 25 avril 1916, p. 611-613.
- A. LEWY. — Neuere Untersuchungen zur Physiologie der Geschlechtsorgane. *Erg. d. Physiol.*, II, 1903.
- G. LOISEL. — Etudes sur la spermatogenèse chez le moineau domestique. *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, no 2, 1900, no 2, 1902.
- G. LOISEL. — Sur le lieu d'origine, la nature et le rôle de la sécrétion interne du testicule. *C. R. Soc. biol.*, 1902, p. 1034.
- F. MAIGNON. — Influence des glandes génitales sur la glycogénie. *C. R. Ac. Sc.*, CL, no 41, 721-724, 1910.
- F.-H.-A. MARSHALL. — Effets de la castration et de l'ovariotomie sur les moutons. *Soc. Roy. Londres*, 15 février 1912.
- JOH. MEISENHEIMER. — Über die Wirkung von Hoden und Ovarial-Substanz auf die Sekundären Geschlechtsmerkmale d. Frosches. *Zool. Anzeiger*, XXXVIII, no 2, 53-60, 1911.
- JOH. MEISENHEIMER. — Ergebnisse einiger Versuchsreihen über Extirpation und Transplantation der Geschlechtsdrüsen bei Schmetterlingen. *Zool. Anz.*, XXXII, nos 12, 13, 1907.
- MORGAN. — Demonstration of the appearance after castration of cock-feathering in a hen-feathered cockerel. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, XIII, 1915, p. 31-32.
- B. MORPURGO. — Sulle parabiosi di mammiferi di sesso diverso. *Arch. Fisiol.*, VI, no 1, 27-32, 1909.
- NUSSBAUM. — Sitzungsber. Niederrh. Gesellsch., 1904. 1906. *Ergeb. Anat. und Entwick. gesch.*, t. XV, 1906.
- J.-TH. OUDEMANS. — Falter aus kastrierten Raupen, wie sie aussehen und wie sie sich benehmen. *Zool. Jahrb. Abt. Syst.*, XII, 71-88, 1898.
- PEARL et CURTISS. — Studies on the physiology of Reproduction in the domestic fowl. *Biol. Bull.*, 47, 274, 1909.
- PIRSCHÉ. — Influence de la castration sur le développement du squelette. Thèse de Lyon, 1902.
- E. PITTARD. — La castration chez l'homme, modifications qu'elle entraîne dans les divers segments du corps. *C. R. Ac. Sciences*, 6 juin 1911.

- POLL. — Zur Lehre von den sekundären Sexualcharakteren. *Sitzber. gesell. Nat. Freunde*. No 6, 1909.
- REGAUD et BLANC. — Action des rayons X sur les diverses générations de la lignée spermatique. *Soc. de Biol.*, II, p. 163, 390, 653, 731, 1906.
- REGAUD et DUBREUIL. — Action des rayons Röntgen sur le testicule. *Soc. de Biol.*, II, p. 647, 1907; II, p. 393, 1908.
- E. RETTERER et A. LELIÈVRE. — Pénis des chats entiers et châtrés. *Journ. Anat. et Phys.* No 1, p. 24-75, 1914.
- RICHON et JEANDELIZE. — Influence de la castration et de la résection du canal déférent sur le développement des organes génitaux externes chez le jeune lapin. Rôle des cellules interstitielles de testicules. *Soc. de Biol.* (Réunion de Nancy), p. 1685, 1903.
- RÖRIG. — Welche Beziehungen bestehen zwischen den Reproduktionsorganen der Cerviden, etc. *Arch. f. Entw. Mech.*, t. VIII, 382, 1899.
- RÖRIG. — Über die Geweibentwicklung und Geweibbildung. *Arch. f. Entw. Mech.*, t. X, p. 525, 1900; t. XI, p. 61, 1901.
- SELLHEIM. — Kastration und Knochenwachstum. *Beitr. z. geburtsh. u. Gynäk.*, 41, no 2, 1899.
- SELLHEIM. — Zur Lehre von den sekundären Geschlechtscharaktern. *Beitr. z. Geburtsh. u. Gynäk.*, I, no 2, 1898.
- SELLHEIM. — Kastration und sekundäre Geschlechtscharaktere. *Beitr. z. Geburtsh. u. Gynäk.*, V, no 3, 1901.
- S.-G. SHATTOCK et C.-G. SELIGMANN. — True Hermaphroditismus in a fowl. *Journ. of Physiol.*, XXIX, p. 40, 1903.
- G. SMITH. — Studies in the Experimental Analysis of Sex. *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. LV 1910, t. LVI 1911.
- G. SMITH. — Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Monog. 29, 1906.
- G. SMITH. — On the Cause of the Fluctuations of the Fowl's Comb. *Quart. Journ. Micr. Sc.*, LVII, n. I, 45-51, 1911 b.
- E. STEINACH. — Geschlechtstrieb und echt sekundäre Geschlechtsmerkmale als Folge der innersekretorischen Funktion der Keimdrüsen. *Zentralbl. f. Physiol.*, XXIV, no 43, 1910.
- E. STEINACH. — Umstimmung des Geschlechtscharakters bei Säugebieren durch Austausch der Pubertätsdrüsen. *Zentralbl. f. Physiol.*, XXV, no 47, 1911.
- E. STEINACH. — Willkürliche Umwandlung von Säugetier-Männchen in Tiere mit ausgeprägt weiblichen Charakteren und weiblicher Psyche. *Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.*, CXLIV, 1912.
- TANDLER et GROSZ. — Über den Einfluss der Kastration auf den Organismus. *Arch. f. Ent. Mech.*, t. XXVII (1909); t. XXX (1910 a).
- TUFFIER. — Un cas de virilisme surrénal. *Bulletin de l'Acad. de Méd.*, p. 726, 1914.
- VILLEMEN. — Rayons X et activité génitale. *C. R. Ac. des Sciences*, 19 mars 1906.
- C.-E. WALKER. — Experimental Injection of Testicular Fluid, etc. Johns Hopkins Hosp., *Bull.*, XI, 1900.
- MAX WEBER. — Über einen Fall von Hermaphroditismus bei *Fringilla cœlebs*. *Zool. Anz.*, XIII, 508, 1890.
- YARREL. — On the change in the plumage of some Henpheasants. *Phil. Transactions*, p. 268-275, 1827.

PLANCHE I

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

1. *Faisan gynandromorphe* (mélange de caractères mâles et de caractères femelles) : dominante mâle. Testicule à structure embryonnaire.
2. *Faisan gynandromorphe* (mélange de caractères mâles et de caractères femelles) dominante femelle. Aucune trace de glande génitale.
3. *Faisane gynandromorphe* (mélange de caractères mâles et de caractères femelles), dominante mâle. Ovaire réduit à une ébauche génitale indifférenciée.



Phot. Pézard.

Imp. Catala frères, Paris.

Faisans gynandromorphes.

QUESTIONS PROPOSÉES

BOTANIQUE. — Assimilation de l'azote libre par les végétaux.

GÉOLOGIE. — Le massif ancien de l'Ardenne.

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 28 février 1918.

Le Doyen de la Faculté des Sciences

PAUL APPELL.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

L. POINCARÉ

